



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ciencias Sociales

Unidad de Posgrado

**Población en áreas vulnerables y política de gestión de  
riesgo: El caso del transporte de gas natural por ductos**

**TESIS**

Para optar el Grado Académico de Magíster en Política Social con  
mención en Gestión de Proyectos Sociales

**AUTOR**

José Luis ROBLES LAYNES

**ASESOR**

Dr. Luis Santiago PACHECO ROMERO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Robles, J. (2019). *Población en áreas vulnerables y política de gestión de riesgo: El caso del transporte de gas natural por ductos*. Tesis para optar grado de Magíster en Política Social con mención en Gestión de Proyectos Sociales. Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

---

## HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código Orcid del autor (dato opcional): \_\_\_\_\_

Código Orcid del asesor o asesores (dato obligatorio): <https://orcid.org/0000-0002-7280-1312>

DNI del autor: 09951063

Grupo de investigación: No aplica

Institución que financia parcial o totalmente la investigación: Ninguna

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación. Debe incluir localidades y coordenadas geográficas

**LA INVESTIGACIÓN SE DESARROLLÓ EN LA CIUDAD DE LIMA**

Año o rango de años que la investigación abarcó

**Se evalúa un horizonte de 50 años del 2016 al 2066.**







# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DÉCANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

## UNIDAD DE POSGRADO

### ACTA PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN POLÍTICA SOCIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS SOCIALES

En Lima, a los dieciocho días del mes de julio del año dos mil diecinueve, reunidos en la Sala de Grados de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a horas 3:00 p.m., bajo la Presidencia del Dra. ELISABETH JUANA ACHA KUTSCHER y con la concurrencia de los demás Miembros del Jurado de Tesis, se inició la ceremonia invitando al graduando **JOSÉ LUIS ROBLES LAYNES**, para que hiciera la exposición de la Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Política Social con mención en Gestión de Proyectos Sociales. Siendo el trabajo titulado:

#### **“POBLACIÓN EN ÁREAS VULNERABLES Y POLÍTICA DE GESTIÓN DE RIESGOS: EL CASO DEL TRANSPORTE DE GAS NATURAL POR DUCTOS”**

A continuación fue sometido a las objeciones por parte del Jurado. Terminada esta prueba y verificada la votación; se consignó la calificación correspondiente a:

B. MUY BUENO (17)

Por tanto el Jurado, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos, acordó recomendar a la Facultad de Ciencias Sociales para que proponga que la Universidad Nacional Mayor de San Marcos otorgue el Grado Académico de Magister en Política Social con mención en Gestión de Proyectos Sociales, al Bachiller **JOSÉ LUIS ROBLES LAYNES**. Siendo las 4:00 p.m. y para constancia dispuso se extendiera la presente Acta y firmaron:

Dra. Elisabeth Juana Acha Kutscher.  
PRESIDENTE

Mg. Carmen Aurora Marcela Vildoso Chirinos.  
MIEMBRO

Dr. Héctor Bejar Rivera.  
MIEMBRO

Dr. Luis Santiago Pacheco Romero.  
ASESOR



**DR. NICOLÁS JAVIER LYNCH GAMERO**  
Director

A Luis Robles Echevarría y  
Mercedes Laynes Aguilar

***“Cúdense mucho y cuiden a mis nietos”***  
L. R.E

## Índice

Resumen .....	x
Abstract .....	xii
Introducción.....	xiv
Definiciones y abreviaturas.....	xvii
Palabras clave .....	xx
1. Planteamiento del problema .....	1
1.1. Situación problemática .....	1
1.1.1. Exposición a los riesgos.....	1
1.1.2. Viviendas ubicadas en las proximidades de los ductos de GN.....	3
1.1.3. La regulación de la evaluación de riesgos.....	7
1.1.4. Falta de consenso en el término “riesgo” .....	8
1.1.5. Variación del nivel de riesgos.....	14
1.1.6. Afectaciones a los Ductos de Transporte de GN y LGN de Camisea .....	17
1.1.7. La Franja de Seguridad y los Derechos de Servidumbre .....	19
1.1.8. Impactos del proyecto Camisea .....	21
1.1.9. Demandas de la población en áreas aledañas a los ductos .....	24
1.1.10. La traza del ducto de GN de Camisea .....	26
1.1.11. Importancia del GN de Camisea.....	29
1.2. Formulación del problema.....	31
1.3. Alcance .....	32
1.4. Objetivos de la investigación .....	33
1.5. Hipótesis .....	33
1.6. Justificación de la investigación .....	33
1.7. Limitaciones del estudio .....	35
2. Marco teórico.....	36
2.1. Antecedentes del estudio .....	36
2.1.1. El Reglamento de Transporte.....	36
2.1.2. La Norma ASME B31.8S.....	40
2.1.3. Reglamento de Seguridad .....	42

2.2.	Particularidades del riesgo.....	44
2.2.1.	Definiciones “técnicas” del riesgo.....	44
2.2.2.	Qué es un “Peligro” .....	48
2.2.3.	Frecuencia de ocurrencia .....	48
2.2.4.	Consecuencia .....	49
2.2.5.	Percepción del riesgo .....	50
2.2.6.	Tolerancia al riesgo .....	51
2.2.7.	Aceptación del riesgo.....	52
2.2.8.	Condición cambiante de los riesgos.....	53
2.3.	Construcción social del riesgo.....	53
2.3.1.	Desastre vs. Víctimas.....	53
2.3.2.	Perspectiva ambiental.....	55
2.4.	Gestión del riesgo .....	57
2.5.	El entorno.....	59
2.5.1.	El cambio climático .....	59
2.5.2.	La vulnerabilidad .....	65
2.5.3.	Los Proyectos de Inversión Pública .....	72
2.6.	Principales fuentes de riesgo .....	84
2.6.1.	Factores naturales.....	84
2.6.2.	Conflicto e Inseguridad .....	88
2.6.3.	Reducción de la Gobernabilidad .....	95
2.6.4.	Afectación a la salud .....	97
2.6.5.	Riesgos claves y riesgos emergentes .....	99
2.7.	Consideraciones al estimar las consecuencias .....	103
2.7.1.	Consideraciones generales.....	103
2.7.2.	Los costos ocultos .....	104
2.7.3.	Consideraciones para el sector estatal .....	106
2.7.4.	Consideraciones para el sector empresarial .....	106
2.7.5.	Consecuencias de explosión de un ducto de GN .....	107
2.7.6.	Número de viviendas en FS (costa) .....	109
2.8.	Consideraciones al estimar las frecuencias .....	110
2.8.1.	Clasificación de las frecuencias .....	110
2.8.2.	Frecuencia de fallas de los ductos de Camisea .....	111
2.8.3.	La pirámide de incidentes .....	112
2.9.	Consideraciones para el tratamiento de los riesgos.....	114
2.9.1.	Visión integral .....	114

2.9.2.	Límites a la mitigación de riesgos .....	115
3.	Diseño metodológico .....	116
3.1.	Tipo y nivel de la investigación .....	116
3.2.	Conceptualización .....	116
3.2.1.	Fundamentación de la hipótesis .....	116
3.2.2.	Variables relacionadas a la hipótesis .....	116
3.3.	Diseño de la investigación.....	118
3.4.	Ventajas y desventajas de la simulación.....	120
4.	Determinación de variables y desarrollo del modelo .....	122
4.1.	Modelación de la frecuencia (escenario <i>ex-ante</i> ).....	122
4.1.1.	Amenazas que impactarían a la frecuencia .....	123
4.1.2.	Variables relacionadas a la Frecuencia .....	126
4.1.3.	Modelo causal, considerando la frecuencia.....	129
4.2.	Modelación del escenario <i>ex-post</i> .....	132
4.2.1.	Consecuencias percibidas y no percibidas .....	132
4.2.2.	Consecuencias de la falla de un ducto de GN .....	134
4.2.3.	Modelo causal propuesto de la situación problemática .....	138
4.2.4.	Supuestos del modelo propuesto .....	139
5.	Modelo de simulación y cálculos .....	143
5.1.	Formalización del modelo .....	143
5.2.	Resultados de la simulación .....	160
5.2.1.	Nº de personas en Áreas Vulnerables .....	160
5.2.2.	Nº de personas en la Franja de Seguridad .....	161
5.2.3.	Nº de fallas por afectación de terceros .....	162
5.2.4.	Frecuencia de fallas.....	163
5.2.5.	Población y número de personas en AV y FS .....	165
5.2.6.	Nº de personas en FS y frecuencia de fallas.....	166
5.3.	Consideración de las consecuencias .....	167
5.4.	Nivel de riesgo.....	169
5.5.	Evaluación del modelo .....	171
6.	Propuesta de políticas y evaluación de resultados .....	174
6.1.	Consideraciones .....	174
6.2.	Escenarios de las políticas propuestas.....	175
6.3.	Explotación del modelo de simulación .....	176
6.4.	Reducción del Nº de personas en AV .....	190
6.5.	Reducción del Nº de personas en FS.....	192

6.6.	Escenarios que aportan más a reducir la frecuencia .....	194
6.7.	Evolución del nivel de riesgos .....	195
6.8.	Perspectiva de la empresa .....	196
6.9.	Perspectiva del Estado .....	197
6.10.	Perspectiva de la población .....	199
6.11.	Políticas propuestas para reducir el nivel de riesgo en FS.....	201
7.	Conclusiones y recomendaciones .....	205
7.1.	Conclusiones .....	205
7.2.	Recomendaciones .....	206
	Bibliografía .....	209
	Anexos	
	Anexo 1: Cartas de TGP referidas a afectaciones al DDV o FS, sector costa.....	219
	Anexo 2: Amenazas a la integridad de ductos (Norma ASME B31.8S) .....	228
	Anexo 3: Ecuaciones del Modelo .....	229
	Anexo 4: Resultados si no se toma ninguna acción .....	231
	Anexo 5: Variables de cada modelo de simulación.....	234
	Anexo 6: Número de personas en AV, por escenario .....	236
	Anexo 7: Número de personas en FS, por escenario .....	238
	Anexo 8: Frecuencia de Fallas, por escenario .....	240

## Listado de Tablas

Tabla 1:	Definiciones de Riesgo en las instituciones del Estado .....	9
Tabla 2:	Precios de los Factores Ambientales y Sociales (Transecto Selva – Lote 88).....	21
Tabla 3:	Precios de los Factores Ambientales y Sociales (Transecto Sierra).....	22
Tabla 4:	Precios de los Factores Ambientales y Sociales (Transecto Costa) .....	23
Tabla 5:	Conflictos en áreas aledañas a los ductos (reporte a mayo 2019) .....	24
Tabla 6:	Departamentos, provincias y distritos atravesados por los ductos de Camisea.....	27
Tabla 7:	Beneficios de los impactos económicos del Proyecto Camisea .....	30
Tabla 8:	Impactos en la mitigación del CO2 del Proyecto Camisea (2004-2013) .....	31
Tabla 9:	Amenazas a la integridad de ductos .....	41
Tabla 10:	Definiciones de “riesgo”, según estándares internacionales.....	44
Tabla 11:	Clasificación de peligros, por origen .....	48
Tabla 12:	Perspectiva cerrada, abierta e intermedia de la vulnerabilidad .....	66

Tabla 13: Susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones (2014).....	69
Tabla 14: Principales actores estatales de la gestión de riesgos .....	72
Tabla 15: Causas de la incertidumbre en el contexto de cambio climático .....	73
Tabla 16: Principales relaciones entre el cambio climático y los PIP.....	74
Tabla 17: Etapas del proceso de formalización de un AAHH .....	80
Tabla 18: Declaratorias de emergencia que impactan a los ductos de Camisea.....	94
Tabla 19: Impactos en la salud como consecuencia del cambio climático.....	97
Tabla 20: Principales peligros, vulnerabilidades y riesgos clave y emergentes.....	100
Tabla 21: Definición de consecuencia (para las normas ISO) .....	104
Tabla 22: Calificación de la severidad de las consecuencias utilizada por TGP .....	107
Tabla 23: Eventos de severidad Alta o Muy Alta a las personas (ductos de GN y LGN) .....	108
Tabla 24: Áreas de Alta Consecuencia en el ducto de GN .....	109
Tabla 25: Clasificación de las probabilidades utilizada por TGP .....	110
Tabla 26: Clasificación de la frecuencia utilizada por TGP .....	110
Tabla 27: Frecuencias de los eventos de severidad Alta o Muy Alta (ducto de GN) .....	111
Tabla 28: Variables relacionadas a la hipótesis .....	117
Tabla 29: Amenazas que impactarían la frecuencia de incidentes que puedan causar fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en FS.....	123
Tabla 30: Variables relacionadas a la Frecuencia, en el Diagrama Causal.....	126
Tabla 31: Tipos de relaciones en el Diagrama Causal (D-C) .....	129
Tabla 32: Consecuencias percibidas y no percibidas .....	133
Tabla 33: Consecuencias de la falla de un ducto de GN, por actores y tipo.....	135
Tabla 34: Tipos de variables en el Diagrama de Forrester.....	143
Tabla 35: Variables utilizadas para el Diagrama de Forrester (D-F), a partir de las variables del Diagrama Causal.....	146
Tabla 36: Variables incluidas en el Diagrama de Forrester (D-F) para efectuar los cálculos del modelo .....	158
Tabla 37: Variación de las consecuencias .....	167
Tabla 38: Consecuencias que aumentarían su magnitud .....	169
Tabla 39: Explicación gráfica del aumento del Nivel de Riesgo .....	170
Tabla 40: N° de cartas referidas a afectaciones al DDV o FS – Sector costa.....	171
Tabla 41: Estimado de personas en FS - Resultados de los datos reportados por TGP vs. el modelo propuesto .....	172
Tabla 42: Políticas propuestas (escenarios de simulación).....	175
Tabla 43: Valores considerados para la simulación de escenarios .....	177
Tabla 44: Resultados de la simulación de escenarios .....	181

## LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1: La Franja de Seguridad y el área con Derecho de Servidumbre.....	19
Gráfico 2: Perfil de elevaciones del ducto de GN de Camisea .....	27
Gráfico 3: Flujo comercial del GN y LGN en el mercado interno .....	29
Gráfico 4: Riesgos producidos por vulnerabilidad, exposición y sistema climático .....	56
Gráfico 5: Relaciones del sistema de gestión de riesgos .....	57
Gráfico 6: Variación de la temperatura, promedio móvil 12 meses (1850 – 2018) .....	59
Gráfico 7: Anomalías de la temperatura, por hemisferio (1850 – 2018).....	60
Gráfico 8: Reducción de la superficie de los glaciares en la Cordillera Blanca (1970 – 2003).....	61
Gráfico 9: Cadena de los efectos del cambio climático .....	63
Gráfico 10: Relación entre vulnerabilidad a los cambios ambientales y movilidad .....	65
Gráfico 11: Proyección de la Población Total y Vulnerable al 2021 .....	68
Gráfico 12: Afectación por deslizamientos o inundaciones a centros educativos y de salud .....	70
Gráfico 13: Población y Viviendas afectadas por deslizamientos e inundaciones .....	71
Gráfico 14: Frecuencia de municipios urbanos por número de planes vigentes.....	76
Gráfico 15: Clasificación de municipios, según el número de planes vigentes .....	77
Gráfico 16: Distribución de la IP urbana, según el nivel de gobierno (2011-2015) .....	82
Gráfico 17: N° PIPs vs. Costo por proyecto, según nivel de gobierno (2011-2015).....	82
Gráfico 18: PIP urbana por tipo de proyecto, en millones de Soles (2011-2015).....	83
Gráfico 19: Clasificación de la inversión de PIP en riesgos (2011-2015) .....	84
Gráfico 20: Emergencias por fenómenos naturales y antrópicos (2007 – 2016) .....	85
Gráfico 21: Emergencias por deslizamientos (2007 – 2016) .....	86
Gráfico 22: Emergencias por lluvias intensas (2007 – 2016) .....	87
Gráfico 23: Escenarios de lluvia moderado, fuerte y extraordinario.....	88
Gráfico 24: Aprobación del Poder Judicial y la Fiscalía de la Nación .....	96
Gráfico 25: Aprobación del Congreso .....	96
Gráfico 26: Estructura de desglose de riesgos.....	103
Gráfico 27: Iceberg de los costos producidos por los accidentes .....	105
Gráfico 28: Frecuencia relativa de falla – Ducto de GN de TGP.....	112
Gráfico 29: Pirámide de incidentes.....	113
Gráfico 30: Estructura de las variables de la Frecuencia y las Consecuencias.....	137
Gráfico 31: Tipo de análisis de las variables .....	144
Gráfico 32: Variables del modelo causal asociadas a la Frecuencia .....	145
Gráfico 33: Diagrama de Forrester .....	159



Gráfico 34: Número de personas en Áreas Vulnerables.....	161
Gráfico 35: Número de personas en la Franja de Seguridad .....	162
Gráfico 36: Número de fallas por afectación de terceros.....	163
Gráfico 37: Frecuencia de Fallas .....	164
Gráfico 38: Comparativo entre la Población, personas en AV y en FS .....	165
Gráfico 39: Personas en FS y Frecuencia de Fallas.....	166
Gráfico 40: Comparativo del número de personas en FS, resultados del modelo propuesto y lo estimado a partir de los datos reportados por TGP.....	172
Gráfico 41: Personas en Áreas Vulnerables – Comparación de escenarios.....	187
Gráfico 42: Personas en la Franja de Seguridad – Comparación de escenarios .....	188
Gráfico 43: Frecuencia de Fallas – Comparación de escenarios .....	189
Gráfico 44: Escenarios que aportan más a reducir el número de personas en AV .....	191
Gráfico 45: Escenarios que aportan más a reducir el número de personas en FS .....	193
Gráfico 46: Escenarios que aportan más a reducir la Frecuencia de Fallas .....	195
Gráfico 47: Personas en FS si se aumentan las obligaciones de la empresa .....	196
Gráfico 48: Personas en AV si se toma acciones en todos los aspectos .....	198
Gráfico 49: Personas en AV si se toma acciones en la educación .....	199
Gráfico 50: Personas en FS si se toma acciones en la educación .....	200

## LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Construcción en quebrada.....	1
Imagen 2: Construcciones al pie de un acantilado .....	2
Imagen 3: Viviendas aledañas a ductos de GN. ....	3
Imagen 4: Viviendas aledañas a los ductos, zona de selva .....	4
Imagen 5: Postes de alambrado aledaños al DDV .....	5
Imagen 6: Planta de tratamiento de agua sobre el DDV .....	6
Imagen 7: Reservorio aledaño al ducto de GN de Camisea.....	6
Imagen 8: Viviendas aledañas a los ductos, a octubre 2010 .....	15
Imagen 9: Viviendas aledañas a los ductos, a marzo 2011.....	16
Imagen 10: Afectación al DDV de los ductos de Camisea.....	18
Imagen 11: Sistema de Transporte de GN y LGN de Camisea a la costa .....	26
Imagen 12: Tendido del ducto de GN en el sector costa, a cargo de TGP .....	32
Imagen 13: Publicación referida a sabotajes al ducto de Camisea (18/02/2014) .....	89
Imagen 14: Publicación referida a sabotajes al ducto de Camisea (06/06/2012) .....	92

Imagen 15: Zonas de los ductos de Camisea declaradas en emergencia .....	94
Imagen 16:Créditos del software Stella, versión 10.1.2 .....	119
Imagen 17: Diagrama causal de las variables que impactarían la frecuencia de ocurrencia de incidentes de un ducto de GN.....	131
Imagen 18: Modelo causal de los riesgos en el transporte de GN por ductos .....	138

## Resumen

Este trabajo se plantea responder a la siguiente interrogante: ¿El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad<sup>1</sup> de un gasoducto aumenta en el tiempo? Esta pregunta es relevante porque se presupone que el nivel de riesgo al cual están expuestas las personas ubicadas en áreas aledañas a las instalaciones de un proyecto de inversión no debe aumentar sino disminuir o mantenerse estable.

El análisis de riesgos debería conllevar a que se considere un horizonte de mediano o largo plazo en el cual va a cambiar el entorno y, por consiguiente, también los riesgos. Sin embargo, aunque se les exija a las empresas la realización de análisis de riesgos para la ejecución de sus proyectos, hay riesgos cuya mitigación corresponde al Estado, y para los cuales las acciones de mitigación a implementar (por ejemplo: una política educativa), demorarán varios años en mostrar resultados.

En ese sentido, se propone un modelo explicativo de la situación problemática en el cual se grafican las variables de la investigación y las relaciones que habría entre ellas. Así, por ejemplo, se plantea que el aumento en el número de personas ubicadas en áreas vulnerables provocaría el aumento del número de personas en la Franja de Seguridad, o que la inversión en educación reduciría el número de personas ubicadas en áreas vulnerables, o que factores como el aumento del narco-terrorismo también aumentarían la probabilidad de afectación a un ducto de gas natural, entre otras relaciones. Cabe precisar que el estudio toma como referencia el área de costa del ducto de gas natural de Camisea y plantea un horizonte de evaluación de 50 años (del 2016 al 2066).

---

<sup>1</sup> La Franja de Seguridad es el área aledaña a un ducto de gas natural que sería afectada si ocurriera una explosión en dicho ducto.

La simulación del modelo propuesto nos indica que, sólo si se trata el problema de manera intensiva, tomando acciones en todas las variables propuestas, el número de personas en áreas vulnerables podría reducirse... luego de una década.

Respecto al número de personas ubicadas en la Franja de Seguridad, se encuentra que, para todos los escenarios planteados, siempre está en aumento. Lo mismo ocurre con la frecuencia de incidentes al ducto de gas natural.

Las simulaciones realizadas permiten identificar las políticas que aportarían en mayor medida a reducir el número de personas ubicadas en áreas vulnerables, como son: la reubicación de las personas, tomar acciones para reducir la migración, la promoción de la educación y la mejora en la eficacia en el gasto. De otro lado, para reducir el número de personas en la Franja de Seguridad, la mejor alternativa es fiscalizar de manera más exigente las obligaciones de la empresa operadora.

Es necesario tener en cuenta que los resultados de las simulaciones obtenidas con el modelo propuesto no tienen por objetivo arrojar resultados exactos, sino describir los comportamientos de ciertas variables en el futuro, dependiendo de las acciones que tomemos en el presente.

Finalmente, si bien, el alcance de este trabajo está limitado a un sector de la industria, la metodología propuesta y los resultados obtenidos, pueden aplicarse, con las consideraciones pertinentes, en otros sectores de la economía.

## **Abstract**

This investigation aims to answer the following question: Does the level of risk for people located in the Security Strip of a pipeline increase over time? This question is relevant because it is assumed that the level of risk to which people located near the facilities of an investment project are exposed should not increase but decrease or remain stable.

The risks analysis should lead to considering a medium or long-term horizon in which the environment will change and, consequently, also the risks. However, although companies are required to carry out risk analysis to execute their projects, there are risks whose mitigation corresponds to the State, and for which the mitigation actions to be implemented (for example: an educational policy), will delay several years to show favorable results.

In this sense, we propose an explanatory model of the problematic situation in which the variables of the research and the relationships that would exist between them are plotted. Thus, for example, it is proposed that the increase in the number of people located in vulnerable areas would cause an increase in the number of people in the Security Zone, or that investment in education would reduce the number of people located in vulnerable areas, or that factors such as the increase in narco-terrorism would also increase the likelihood of affecting a natural gas pipeline, among other relationships. The study focuses on the coastal area of the Camisea natural gas pipeline and proposes an evaluation horizon of 50 years (from 2016 to 2066).

The simulation of the proposed model indicates that, only if the problem is dealt with intensively, taking actions on all the proposed variables, the number of people in vulnerable areas could be reduced... after a decade.

Regarding the number of people located in the Security Strip, it is found that, for all scenarios, it is always increasing. The same applies to the frequency of incidents to the natural gas pipeline.

The results of the simulations made allow us to identify the policies that would most contribute to reducing the number of people located in vulnerable areas, such as: the relocation of people, taking actions to reduce migration, the promotion of education and improvement in the efficiency in spending. On the other hand, to reduce the number of people in the Security Zone, the best alternative is to increase the supervision of the obligations of the operating company.

It is necessary to consider that the results of the simulations obtained with the proposed model are not intended to yield exact results, but to describe the behavior of certain variables in the future, depending on the actions we take in the present.

Finally, although the scope of this work is limited to one sector of the industry, the methodology proposed and the results obtained can be applied, with the pertinent considerations, in other sectors of the economy.

## Introducción

La exposición de la población a los riesgos en nuestro país es un tema crítico. Se ha estimado que el 36% de la población nacional (algo más de 11 millones de personas) está ubicada en áreas de vulnerabilidad alta o muy alta. El hecho que al año 2014 se haya reportado más de 8 mil centros educativos y más de 3 mil centros de salud susceptibles a ser afectados por deslizamientos del terreno, nos indican que la exposición de las personas a riesgos es un tema que no ha sido adecuadamente considerado en las políticas de gobierno.

El nivel de riesgo a los cuales está expuesta la población es un tema que debe ser prioritario en las políticas públicas. En ese sentido, este trabajo se ha planteado como propósito principal investigar si el nivel de riesgo al cual están expuestas las personas ubicadas en las zonas aledañas a un gasoducto aumenta en el tiempo.

Este propósito contribuye además a poner de relieve que el nivel de riesgo al cual la población aledaña a la infraestructura de un proyecto de inversión está expuesta no debería aumentar con el tiempo, sino disminuir. O, en última instancia, mantenerse.

Para el desarrollo de esta investigación se ha tomado como referencia el ducto de transporte de gas natural de Camisea, el cual abastece al 61% de las centrales de generación eléctrica, al 25% de la industria, y al 12% del transporte. El alcance de este estudio se ha limitado al sector costa, planteándose un horizonte de evaluación de 50 años (del 2016 al 2066).

Este trabajo consta de seis capítulos, el primero de ellos “Planteamiento del problema”, describe la realidad problemática: la exposición a los riesgos de las viviendas que se ubican en zonas inestables o en las proximidades de los ductos de gas natural, la regulación desigual y poco clara respecto a la gestión de riesgos, así como su característica cambiante en el tiempo, las afectaciones al ducto de gas natural de

Camisea, así como su importancia. En este capítulo también se plantea el problema de investigación (referido a la interrogante: ¿El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo?), se exponen sus objetivos (determinar si el nivel de riesgo en la Franja de Seguridad aumenta en el tiempo, y proponer políticas para reducir el nivel de riesgo en dicha franja), y se plantea la siguiente hipótesis: “El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo”. El capítulo concluye con la justificación del tema analizado y la exposición de las limitaciones del estudio desarrollado.

En el segundo capítulo “Marco Teórico” se señalan los antecedentes del estudio, y se desarrollan los siguientes temas que representan la base teórica del estudio: particularidades, construcción social y gestión del riesgo; descripción del entorno afectado, entre otros, por el cambio climático; principales fuentes de riesgo; consideraciones al estimar las consecuencias de un riesgo (como los “costos ocultos” o el número de viviendas en la Franja de Seguridad del gasoducto de Camisea); consideraciones al calcular las frecuencias de un riesgo; y las consideraciones para el tratamiento de riesgos, entre las cuales se menciona los límites para su mitigación.

En el tercer capítulo “Diseño Metodológico” se indica el tipo y nivel de la investigación, así como las variables de la hipótesis de trabajo. En este capítulo también se expone la estrategia para alcanzar los objetivos de la investigación, la cual sigue los siguientes pasos: Determinación de las variables y desarrollo del modelo causal, conversión del modelo causal en un diagrama que permita su simulación (Diagrama de Forrester), evaluación del modelo, propuesta de políticas y planteamiento de políticas a ser reproducidas por el modelo.

El cuarto capítulo “Determinación de variables y desarrollo del modelo” desarrolla el modelo causal, así como las variables, para un escenario previo a la ocurrencia de un incidente en un ducto de gas natural con la capacidad de producir una o más fatalidades. Posteriormente, se desarrolla el modelo posterior a la ocurrencia de un incidente grave, considerando entre sus consecuencias: la pérdida del prestigio de la empresa, la afectación a la legitimidad del Estado, el desabastecimiento energético, la pérdida de gobernabilidad, etc.



En el quinto capítulo “Modelo de simulación y cálculos” se transforma el modelo causal propuesto en la sección anterior en un modelo que permita su simulación (Diagrama de Forrester). Posteriormente, se exponen los criterios utilizados para determinar las variables del modelo y se presentan los valores que éstas pueden tomar, justificándolos para cada caso; asimismo, se presenta el Diagrama de Forrester, o de flujos y niveles, de la situación planteada. Este capítulo también presenta los resultados de la simulación; considerando que la situación se mantiene como hasta ahora. Cabe indicar que en este capítulo se determina que la hipótesis de la investigación es verdadera: “El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo”. Este capítulo finaliza realizando una evaluación del modelo, encontrándose que resulta confiable, con un margen de error relativo.

En el sexto capítulo “Propuesta de políticas y evaluación de resultados” se presentan los resultados de modificar las variables del modelo. Así, se simulan diez escenarios diferentes, encontrándose que sólo en uno de ellos (el que plantea tomar acciones en todas las variables del modelo) hay una reducción del número de personas que están ubicadas en área vulnerables. Otro resultado encontrado es que en todos los escenarios planteados el número de personas en la Franja de Seguridad aumenta, así como también aumenta la frecuencia de accidentes. Las simulaciones indican que las políticas que más aportarían a reducir el número de personas en áreas vulnerables son: promover la reubicación de las personas ubicadas en áreas vulnerables, reducir la migración, promover la educación, mejorar la eficacia en el gasto. Para la reducción del número de personas en la Franja de Seguridad, a las políticas mencionadas, cabría incluir el aumento de las obligaciones exigibles a la empresa operadora del ducto de gas natural.

Finalmente, se exponen las conclusiones del trabajo de investigación y las recomendaciones que se consideran necesarias, para reducir el nivel de riesgo de las personas ubicadas en la Franja de Seguridad. Asimismo, se plantean recomendaciones para reducir el número de personas ubicadas en áreas vulnerables.

Por último, cabe recalcar que las simulaciones obtenidas con el modelo propuesto no tienen por objetivo predecir resultados exactos, sino describir los comportamientos de ciertas variables en el futuro, dependiendo de las acciones que tomemos en el presente.

## Definiciones y abreviaturas

<b>ASME</b>	Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés).
<b>Área de Alta Consecuencia</b>	El Reglamento de Transporte la define como aquella área de terreno en la cual <i>“una fuga o derrame de líquido o gas podría tener un impacto significativamente adverso para la población, el ambiente, las propiedades o la navegación comercial”</i> .
<b>Áreas Vulnerables</b>	Áreas con un alto riesgo de ocurrencia de desastres naturales.
<b>AV</b>	Áreas Vulnerables.
<b>CC</b>	Cambio climático.
<b>Derecho de Servidumbre</b>	Derecho que el Estado confiere al Concesionario para <i>“tender Ductos a través de propiedades de terceros, y el de ocupar los terrenos de los mismos que se requieran para construir las estaciones de bombeo, compresión o reguladoras y otras instalaciones que sean necesarias para la habilitación, operación y mantenimiento de estas obras, sobre o bajo la superficie del suelo, y a mantener la propiedad de tales instalaciones separada de la propiedad del suelo, previa indemnización o compensación a que hubiere lugar.”</i> (artículo 95º del Reglamento de Transporte).
<b>D-C</b>	Diagrama causal
<b>DDV</b>	Derecho de Vía.
<b>Derecho de Vía.</b>	El Reglamento de Transporte, define el DDV como la franja de terreno por donde discurre el Ducto.
<b>D-F</b>	Diagrama de Forrester.
<b>Diagrama Causal</b>	Diagrama explicativo de una situación particular que utiliza variables de tipo causa-efecto.
<b>Diagrama de Forrester</b>	Diagrama expresado en flujos y niveles, con la finalidad de simular una situación particular.
<b>Directiva 2</b>	Directiva para la Formulación y Evaluación en el Marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, aprobada por Resolución Directoral N° 002-2017-EF/63.01.
<b>Ducto</b>	Ducto de transporte de gas natural a altas presiones.

<b>EIA</b>	Estudio de Impacto Ambiental.
<b>Franja de seguridad</b>	Área comprendida a lo largo de un ducto de gas natural, considerando 200 metros a cada lado del eje de dicho ducto. Las personas ubicadas en la Franja de Seguridad serían vulnerables a afectaciones por la explosión de un ducto de gas natural
<b>FS</b>	Franja de seguridad
<b>GN</b>	Gas Natural.
<b>INEI</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática
<b>IP</b>	Inversión Pública.
<b>ISO</b>	Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés: International Organization for Standardization)
<b>KP</b>	Kilómetro Progresiva.
<b>LGN</b>	Líquidos de Gas Natural.
<b>Localización de Área</b>	El Reglamento de Transporte define la Localización de Área como el “área geográfica a lo largo del Ducto que transporta Gas Natural, de 200 metros de ancho a cada lado del eje del mismo, clasificada según el número y proximidad de las edificaciones actuales y previstas para la ocupación humana, para la cual, debe considerarse los siguientes factores de diseño para la construcción: las presiones de operación, los métodos de pruebas de las tuberías y la ubicación de las tuberías y accesorios a instalarse en esa área”.
<b>MEF</b>	Ministerio de Economía y Finanzas.
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MINEM</b>	Ministerio de Energía y Minas.
<b>NRC</b>	Norwegian Refugee Council
<b>PCM</b>	Presidencia del Consejo de Ministros.
<b>PIP</b>	Proyecto de Inversión Pública.
<b>Pirámide de Incidentes</b>	Relación que habría entre los incidentes, según la cual por cada 600 incidentes que no generan daño, habría 30 incidentes que generan daño a la propiedad, 10 que causarían daños menores, y uno que generaría daños mayores.
<b>Plan de Gestión del Riesgo</b>	Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2014-PCM.
<b>Procedimiento - 240</b>	Procedimiento para la Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad, aprobado por Resolución de Consejo Directivo de Osinergmin N° 240-2010-OS-CD.

<b>Reglamento de Seguridad</b>	Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM.
<b>Reglamento de Transporte</b>	Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos aprobado por Decreto Supremo N° 081-2007-EM.
<b>Seguridad Humana</b>	Definida por Adger et al como la condición que existe cuando el núcleo vital de las vidas humanas está protegido, y cuando las personas tienen la libertad y la capacidad de vivir con dignidad.
<b>SENAMHI</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
<b>Stakeholder</b>	Un <i>stakeholder</i> , según lo indicado en la norma ISO, es una persona u organización que puede afectar, verse afectada o percibir que es afectada por una decisión o actividad ( <i>“person or organization that can affect, be affected by, or perceive themselves to be affected by a decision or activity”</i> ). (ISO Guide 73, p. 3).
<b>TGP</b>	Transportadora de Gas del Perú S.A.  Es la empresa operadora de los ductos de transporte de GN y LGN de Camisea desde la Planta Malvinas en Cusco a la costa.
<b>VRAEM</b>	Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro.

### **Palabras clave**

- Afectaciones por terceros.
- Áreas Vulnerables.
- Clasificación de Localización de Áreas.
- Diagrama causal.
- Diagrama de Forrester.
- Estudio de riesgos.
- Franja de Seguridad.
- Frecuencia de Fallas
- Gas Natural.
- Gestión de riesgos.
- Integridad de Ductos.
- Modelo.
- Nivel de riesgo.
- Riesgos.
- Servidumbre.
- Simulación.

## 1. Planteamiento del problema

*“Great success always comes  
at the risk of enormous failure”*

Winston Churchill

### 1.1. Situación problemática

---

#### 1.1.1. Exposición a los riesgos.

---

En diversos lugares encontramos personas que se exponen a riesgos de diversa índole, ya sea por necesidad, por temas culturales, o por costumbre.

En ese sentido: ¿qué motivaría a que una población opte por vivir en una zona tan peligrosa como el curso de una quebrada?



**Imagen 1: Construcción en quebrada**

*“La población se ubicó en una quebrada y las inversiones para que accedan a servicios básicos se expusieron al mismo peligro. Al activarse la quebrada, se generó un huaico que arrasó con las viviendas y, entre otros, con la institución educativa que se observa en la imagen” (MEF, 2013, p. 14).*

O, ¿Cuál sería la razón por la cual nuestros compatriotas optan por vivir al pie de un acantilado, exponiendo su propia vida y la de sus familiares?



**Imagen 2: Construcciones al pie de un acantilado**

Fuente: MINAM, 2015 (p. 22).

Es preciso resaltar la magnitud de este problema que, según los estimados del Ministerio del Ambiente, afecta al 36% de la población, la cual ocupa zonas expuestas a vulnerabilidad física alta o muy alta (MINAM, 2016, p. 155).

### **1.1.2. Viviendas ubicadas en las proximidades de los ductos de GN**

---

Un caso particular de lo expuesto es el que ocurre con los ductos de transporte de gas natural (GN) y de líquidos de gas natural (LGN), aunque quizá en este caso, el peligro sea menos evidente que en los casos anteriores, puesto que los ductos generalmente están enterrados.

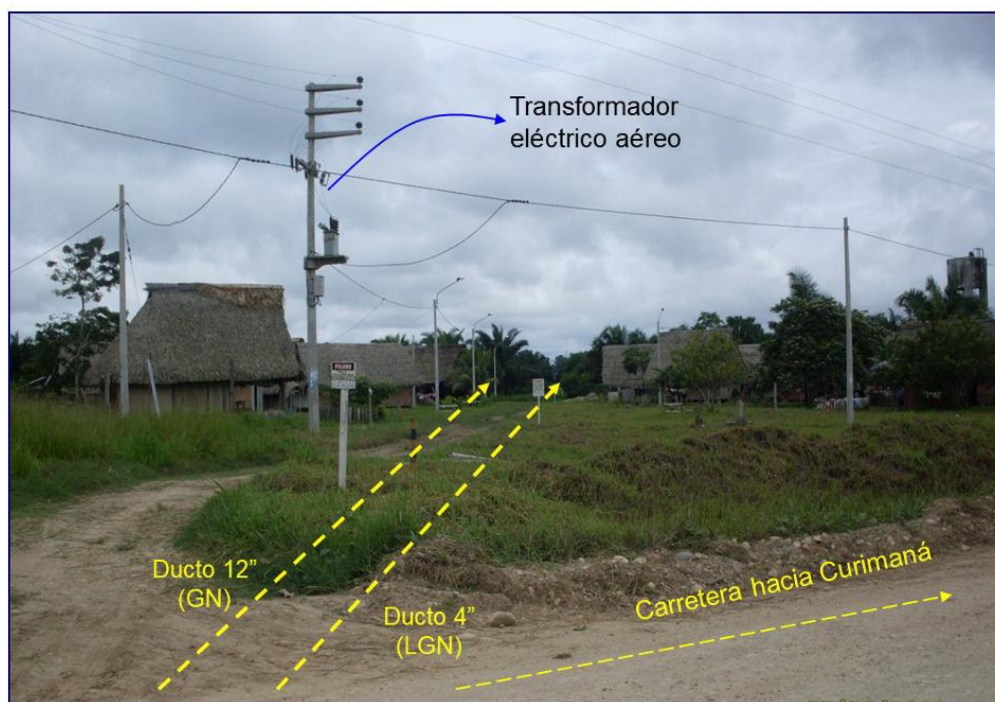


***Imagen 3: Viviendas aledañas a ductos de GN.  
(ducto en proceso de construcción, antes de ser enterrado).***

La imagen anterior muestra a un grupo de viviendas ubicadas de manera aledaña al ducto de transporte de 24 pulgadas de gas natural de Camisea, lo cual significa que hay un grupo significativo de personas que se encuentra expuesto al riesgo de explosión de dicho ducto. Esta imagen pertenece a la costa peruana.

La exposición de la población al peligro ocurre en todo el país, así, lo mostrado en la imagen anterior en una zona costera, también se puede observar en una zona de selva:





**Imagen 4: Viviendas aledañas a los ductos, zona de selva**

La imagen anterior fue capturada en Pucallpa, y corresponde a viviendas ubicadas sobre el Derecho de Vía (DDV) de los ductos de transportes de GN y LGN operados por la empresa Aguaytía Energy del Perú S.R.L. En la foto se puede apreciar algunos letreros de seguridad, postes y cables de transmisión eléctrica, así como un transformador, lo cual evidencia que las empresas operadoras de servicios públicos también son un factor de riesgo, pues al colocar aparatos eléctricos cerca de un ducto de gas, aumentan la probabilidad de ocurrencia de explosiones en caso de fuga de gas en alguno de los ductos.

La siguiente imagen complementa la anterior y muestra postes de alumbrado público dentro del DDV, así como el contenido de un letrero de seguridad que advierte de la existencia de un ducto de gas natural.



**Imagen 5: Postes de alambrado aledaños al DDV**

Está reglamentado que el número de construcciones en áreas aledañas al DDV debe ser limitado, y también está restringido que se construya infraestructura sobre los ductos de transporte de hidrocarburos, a menos que se cumpla con requisitos técnicos muy estrictos.<sup>2</sup>

A pesar de estas restricciones, se puede encontrar sobre el DDV de los ductos de transporte de gas natural instalaciones tan diversas como una planta de tratamiento de agua:

---

<sup>2</sup> El artículo 94 del Decreto Supremo N° 081-2007-EM "Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos", establece lo siguiente:

*"Queda prohibido construir en un área de 200 metros a cada lado del eje del mismo un mayor número de edificaciones que cambien la Localización de Área; tampoco se podrá realizar en el área, actividades que puedan perjudicar la seguridad del Ducto o de las personas que lleven a cabo dichas actividades. Asimismo, y sólo si no afecta la construcción, operación, mantenimiento, seguridad e integridad del ducto, según lo dispuesto en las normas pertinentes del Reglamento y/o la Norma ANSI/ASME B31.8 en su última versión, sobre el ducto se podrán construir perímetros y/o mantener restos arqueológicos, así como cualquier otra infraestructura que cumpla con la exigencia aquí establecida".*



**Imagen 6: Planta de tratamiento de agua sobre el DDV**

La línea indica el trayecto del ducto de gas natural (Fuente: Archivo Osinergmin).

También se ha encontrado que se ha encendido fuego o que se ha construido reservorios sobre el DDV de los ductos de transporte de gas.



**Imagen 7: Reservorio aledaño al ducto de GN de Camisea**

Reservorio edificado en un área aledaña al ducto de gas natural de Camisea

### **1.1.3. La regulación de la evaluación de riesgos**

---

Las obligaciones de una empresa formal, independientemente del sector al cual pertenezca, están regidas por las disposiciones legales que le sean aplicables y por las obligaciones a las cuales se haya comprometido en los documentos que haya presentado para obtener los permisos y licencias propias del sector en el cual se desenvuelva.

En ese sentido, cuando se proyecta la creación de una empresa que manipule productos peligrosos y se establece su capacidad, diseño, tamaño, condiciones de operación, principales riesgos (a la sociedad, al ambiente y a la propia empresa), métodos de prevención de los mismos, etc., también se debe desarrollar los siguientes documentos: Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Manual de Diseño, Estudios de Riesgos, Plan de Contingencias, entre otros.

La profundidad y la calidad de los documentos mencionados depende del sector de la industria. Así, una empresa que se desenvuelve en el sector de hidrocarburos deberá hacer estudios mucho más exigentes que una empresa que se desenvuelva, por ejemplo, en el sector de insumos químicos.

En nuestro contexto, los estudios de valoración de impacto suelen ser hechos para satisfacer una obligación legal, o un prerequisite para hacer viable un proyecto, resultando que muchas empresas hacen lo mínimo necesario para cumplir con la normativa vigente y suelen quedarse cortas al hacer una valoración real de los impactos sociales y riesgos de un proyecto. En la práctica, ocurre que muchas empresas actúan dentro de la legalidad impactando a su entorno de manera negativa.

El Ministerio de la Producción tiene como tarea pendiente regular la gestión de los riesgos de procesos en todos los sectores industriales. Se regula de una manera exigente a la industria de hidrocarburos (regulada por el Ministerio de Energía y Minas), y se trata de una manera más laxa a otro tipo de industrias (como la química, por ejemplo) que, por la frecuencia de ocurrencia de incidentes y por su cercanía a zonas urbanas, representarían un mayor riesgo a la sociedad.

#### **1.1.4. Falta de consenso en el término “riesgo”**

---

La definición del término “riesgo”, así como su evaluación, difiere según el sector y la institución. A la fecha, no se ha establecido una definición clara de riesgo entre organismos del Estado, y tampoco se ha definido una metodología estándar para evaluarlo o calcularlo.

La Tabla 1 señala algunos enunciados referidos a la definición y estimación de “riesgos” expuestos en documentos oficiales, se puede apreciar que, de alguna manera, se está proponiendo el uso de matrices de riesgo, utilizándose fórmulas para el cálculo de riesgos que varían entre sectores e instituciones. Es importante anotar que se han dado pasos en la regulación de la gestión de riesgos para aspectos relacionados a factores ocupacionales y de seguridad industrial, así como en lo referente a aspectos ambientales.

Debe advertirse que las consecuencias de los riesgos de una empresa, muchas veces pueden afectar a la sociedad en su conjunto. Por ejemplo, si falla un ducto de transporte de gas natural, lo primero en que se piensa es en la afectación a la vida de las personas ubicadas cerca de dicho ducto, así como la afectación a sus viviendas, al ambiente, y a la propia infraestructura de transporte de gas natural que, a fin de cuentas, para el caso de una concesión, pertenece al Estado.

Sin embargo, para el caso de gas natural, hay otros factores de riesgo que no son percibidos a primera vista. Por ejemplo, si no se dispone de gas natural se tendrá que utilizar combustibles más contaminantes (y más caros), afectando el ambiente (y la economía). Otro aspecto que no siempre es considerado es que la carencia del gas natural impactaría en la generación de electricidad, la cual sería racionada y encarecida; produciéndose además el aumento de los costos del transporte, tanto en el ámbito privado como en el público. Otro aspecto que no se suele considerar es el impacto que una fuga de gas natural tendría en el cambio climático, al contribuir al efecto invernadero.

**Tabla 1: Definiciones de Riesgo en las instituciones del Estado**

N°	Referencia	Definición de Riesgo	¿Cómo se estima?	Área
1.	<p>“Procedimiento de Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos” Aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 240-2010-OS-CD. (<b>Procedimiento-240</b>).</p> <p><b>Entidad:</b> Osinergmin.</p> <p><b>Año:</b> 2010</p>	<p><i>“Es el evento o condición incierta que si ocurre tiene un efecto positivo o negativo sobre el entorno humano, entorno socioeconómico y/o entorno natural del ámbito de las actividades de hidrocarburos”</i></p> <p><b>Numeral 3.8 “Riesgo” del artículo 3 “Definiciones” del Procedimiento-240.</b></p>	<p><i>“Todo estudio de Evaluación de Riesgos deberá contener una matriz de riesgos, que servirá para evaluar la importancia de cada uno para priorizar las recomendaciones que se deriven del estudio. La matriz de riesgos estará determinada por la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y por las consecuencias de dicho riesgo. Para cada uno de los riesgos, se deberá estimar la probabilidad de ocurrencia (eventos/unidad de tiempo) y las consecuencias (consecuencia/evento).”</i></p> <p><b>Literal H del artículo 11 del Procedimiento-240.</b></p>	Actividades de Hidrocarburos.
2.	<p>Conceptos asociados a la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático: aportes en apoyo de la inversión pública para el desarrollo sostenible</p> <p><b>(Aportes PIP)</b></p> <p><b>Entidad:</b> Ministerio de Economía y Finanzas</p> <p><b>Año:</b> 2013</p>	<p><i>“«Probables daños y pérdidas que sufra una UP [Unidad Productiva] y sus usuarios como consecuencia del impacto de un peligro, debido a su grado de exposición y sus condiciones de vulnerabilidad».</i></p> <p><i>“Con base en esta definición se debe precisar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>“El riesgo es una condición latente que anuncia efectos adversos en el futuro; por tanto, puede ser anticipado, analizado, medido e intervenido antes de que se transforme en un desastre.</i></li> <li>✓ <i>“La reducción del riesgo no necesariamente significa la reducción completa del riesgo, sino que se debe reducir hasta un nivel en que sea aceptable para la sociedad (riesgo aceptable) en términos de costos y beneficios, antes de que un desastre se materialice en el futuro.</i></li> <li>✓ <i>“El riesgo de desastre es una función de la existencia de un peligro, condiciones de exposición y vulnerabilidad en la UP analizada. Estos factores son dependientes entre sí: para dimensionar vulnerabilidad, debe haber un peligro y para que algo represente un peligro el elemento debe estar expuesto.”</i></li> </ul> <p><b>P. 46 de los Aportes PIP</b></p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>Riesgo = f (peligro, exposición, vulnerabilidad)</b> </div> <p><b>P. 46 de los Aportes PIP</b></p>	Proyectos de Inversión Pública



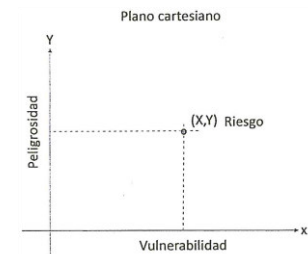
N°	Referencia	Definición de Riesgo	¿Cómo se estima?	Área
3.	<p>Guía para la elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA), aprobada por Resolución Ministerial N° 034-2015-MINAM.</p> <p>(Guía ERSA)</p> <p><b>Entidad:</b> Ministerio del Ambiente.</p> <p><b>Año:</b> 2015</p>	---	<p><i>“Generalmente, el riesgo que presentan sustancias potencialmente peligrosas se puede estimar como el producto de la concentración del compuesto químico en el ambiente, las tasas de ingesta de los receptores para cada medio (suelo, aire, agua) y la toxicidad del agente químico de interés:</i></p> <p><i>“Riesgo = [Concentración en el Medio] • [Dosis] • [Toxicidad]”</i></p> <p><b>P. 17 de la Guía ERSA</b></p>	Afectación a la Salud y Ambiente.

4.	<p>Guía para elaborar el Informe Preliminar de Riesgos, aprobada por Resolución Jefatural N° 087-2016-CENEPRED/J</p> <p>(Guía Preliminar)</p> <p><b>Entidad:</b> Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), que conforma el SINAGERD.</p> <p><b>Año:</b> 2016</p>	<p><i>“Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.”</i></p> <p><b>Definición de “Riesgo de desastre”. P. 7 de la Guía Preliminar.</b></p>	<p><i>“La estimación cualitativa del riesgo se obtiene intersectando el peligro y la vulnerabilidad, se interrelaciona por un lado (vertical), el nivel de peligro; y por otro (horizontal) el nivel de vulnerabilidad en la respectiva matriz. En la intersección de ambos valores, sobre el cuadro de referencia, se podrá calcular el nivel preliminar de riesgo del área de estudio.”</i></p>	Desastres.
----	--	--	---	------------

PELIGRO MUY ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO	RIESGO MUY ALTO
PELIGRO ALTO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
PELIGRO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO
PELIGRO BAJO	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA

*“Es decir es el valor (X, Y), en un plano cartesiano. Donde en el eje de la Y están los niveles de Peligro y en eje de la X están las Vulnerabilidades.”*

**Numeral 5.1 “Estimación preliminar del Nivel de Riesgo” de la Guía Preliminar (P. 13).**



N°	Referencia	Definición de Riesgo	¿Cómo se estima?	Área
5.	<p>“Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados”</p> <p><b>(Metodología OEFA)</b></p> <p>Anexo de la “Directiva para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental”, aprobada por Resolución de Consejo Directivo N.° 028-2017-OEFA/CD – OEFA.</p> <p><b>Entidad:</b> OEFA.</p> <p><b>Año:</b> 2017</p>	<p><i>“Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en escenarios futuros dentro del uso actual o previsto del sitio. Para el presente documento y de acuerdo a la definición de receptor mencionada, consideramos que el riesgo puede ser físico, no asociado a contaminantes.”</i></p> <p><b>Ítem 3 “Glosario de Términos” (p. 6).</b></p>	<p><b>Nivel de Riesgo Físico (NRF)</b></p> <p><i>“El NRF está relacionado con la integridad física de las personas, entendiéndose como el potencial daño físico (caídas a mismo o diferente nivel, corte con objeto punzante, etc.) o intoxicaciones agudas por presencia de gases o vapores que pueda existir en un emplazamiento. Esta evaluación se ha realizado mediante la definición de potenciales escenarios de Peligro (EP) asociados a la presencia de instalaciones mal abandonadas, así como al análisis de la potencial exposición de un Receptor (R) a dichos escenarios.</i></p> <p><i>“El cálculo del El NRF es la suma de dos factores, asociados a los potenciales peligros existentes en el sitio impactado y a la potencial exposición por parte de un receptor:</i></p> $\text{“NRF} = \text{Factor EP} + \text{Factor R} \text{”}$ <p><i>“Se define como un valor numérico, entre 0 y 100, el cual se encuentra condicionado a que el Factor EP sea positivo (es decir, que exista algún escenario de potencial peligro asociado a instalaciones mal abandonadas en un sitio impactado). Si el factor EP es igual a cero, no se continuará con el cálculo del NRF debido a que se considera no significativo, es decir no se estima riesgo a las personas expuestas a un potencial daño físico...”</i></p> $\text{“Factor EP} = \text{EPI} + \text{EP2} + \text{EP3} + \text{EP4} + \text{EP5} + \text{EP6} \text{”}$ $\text{“Factor R} = \text{R1} + \text{R2} + \text{R3} \text{”}$ <p><b>Numeral 5.2 “Determinación del Nivel de Riesgo Físico (NRF)” (p. 13).</b></p> <p><b>Nivel de Riesgo asociado a Sustancias (NRS)</b></p> <p><i>“Teniendo en cuenta la aproximación al problema a través del modelo SustanciaTransporte-Receptor la estimación del nivel de riesgo se ha formulado como la suma de la evaluación de tres componentes para el potencial receptor humano (salud de las personas) y para el potencial receptor ambiente:</i></p> $\text{“NRS}_{\text{Salud}} = \{(I_{\text{Foco}} * 0.33) + (I_{\text{Transporte asociado a receptor humano}} * 0.33) + (I_{\text{Receptor salud humana}} * 0.33)\} / 1$ $\text{“NRS}_{\text{Ambiente}} = \{(I_{\text{Foco}} * 0.33) + (I_{\text{Transporte asociado a receptor ecologico}} * 0.33) + (I_{\text{Receptor ambiente}} * 0.33)\} / 1”$ <p><b>Numeral 5.3 “Determinación del Nivel de Riesgo asociado a sustancias (NRS)” (p. 16).</b></p>	Afectación a la Salud y Ambiente.



N°	Referencia	Definición de Riesgo	¿Cómo se estima?	Área
6.	<p>Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2018-PCM</p> <p>(Reglamento de Inspecciones)</p> <p>Entidad: PCM.</p> <p>Año: 2018</p>	<p><i>“Probabilidad de que ocurra daño en los elementos estructurales de la edificación debido a su severo deterioro y/o debilitamiento que afecten su resistencia y estabilidad, que pueda producir pérdida de vidas humanas, daño a la integridad de las personas y/o la destrucción de los bienes que se encuentran en la edificación. Se excluye el riesgo de colapso en edificación causado por incendio y/o evento sísmico.”</i></p> <p>Literal z “Riesgo de colapso en edificación” del artículo 2 “Definiciones” del Reglamento de Inspecciones.</p> <p><i>“Probabilidad de que ocurra un incendio en una edificación, que pueda producir pérdida de vidas humanas, daño a la integridad de las personas y/o la destrucción de los bienes que se encuentran en la edificación”</i></p> <p>Literal aa “Riesgo de incendio en la edificación” del artículo 2 “Definiciones” del Reglamento de Inspecciones.</p>	<p>Con una “matriz de riesgos”, la cual es un “Instrumento técnico para determinar o clasificar el nivel de riesgo existente en la edificación, en base a los criterios de riesgos de incendio y de colapso vinculados a las actividades económicas que se desarrollan, con la finalidad de determinar si se realiza la inspección técnica de seguridad en edificaciones antes o después del otorgamiento de la licencia de funcionamiento o del inicio de actividades.”</p> <p>Literal t “Matriz de Riesgos” del artículo 2 “Definiciones” del Reglamento de Inspecciones.</p>	Edificaciones
7.	<p>Documento Técnico “Protocolos de Exámenes Médico Ocupacionales y Guías de Diagnóstico de los Exámenes Médicos obligatorios por Actividad”, aprobado por Resolución Ministerial N° 312-2011/MINSA</p> <p>(DT-EMO)</p> <p>Entidad: MINSA.</p> <p>Año: 2011</p>	<p>...</p> <p><i>“Los factores de riesgos para la salud de los trabajadores son el conjunto de propiedades que caracterizan la situación de trabajo, y pueden afectar la salud del trabajador”</i></p> <p>Numeral 6.1 “factores de riesgos para la salud de los trabajadores” del DT-EMO.</p>	<p><i>“Evaluaciones cualitativas de los agentes o factores de riesgo de naturaleza físico, químico, y biológicos de acuerdo a la metodologías de la Gestión del Riesgo del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú (MTPE), del National Institute for Occupational Safety and Health de los EE.UU. (NIOSH) o de la Occupational Safety y Health Administration de los EE.UU. (OSHA).</i></p> <p><i>“Evaluaciones cuantitativas para aquellos agentes o factores de riesgos físicos y químicos en las que se precise medir las intensidades, concentraciones o nivel de presencia de acuerdo a las disposiciones de Higiene Ocupacional establecidas por la Autoridad de Salud en el Reglamento del Capítulo VII de la Higiene y Seguridad de los Ambientes de Trabajo, de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, y de evaluaciones específicas, para los factores de riesgos psicosociales y disergonómicos relacionadas con las características y el rol del trabajo, y con la organización del trabajo”</i></p> <p>Literal b) “Evaluaciones de Riesgos para la Salud de los Trabajadores” del numeral 6.3 del DT-EMO.</p>	Salud

N°	Referencia	Definición de Riesgo	¿Cómo se estima?	Área																															
8.	<p>Manual de Gestión de Riesgos del Programa “Trabaja Perú”, aprobado por Resolución Directoral N.º 236-2017-TP/DE.</p> <p>(Manual MTPE)</p> <p>Entidad: MTPE.</p> <p>Año: 2017</p>	<p>“Posibilidad de ocurrencia de aquella situación que puede afectar el logro de los objetivos, o la calidad de los productos y/o servicios.</p> <p>Artículo 5 “Definiciones” del Manual MTPE.</p>	<p>Define un “<i>Nivel de Riesgo Inherente</i>”, el cual se determina por la siguiente fórmula:</p> <div><div>PROBABILIDAD</div> x <div>IMPACTO</div> = <div>RIESGO INHERENTE</div></div> <p>Asimismo, establece la siguiente “<i>matriz de evaluación del nivel de riesgo</i>”:</p> <table><tr><th colspan="2" rowspan="2"></th><th colspan="4">impacto (severidad)</th></tr><tr><th>bajo (1)</th><th>medio (2)</th><th>alto (3)</th><th>muy alto (4)</th></tr><tr><th rowspan="4">probabilidad (frecuencia)</th><th>muy alto (4)</th><td>4 moderado</td><td>8 importante</td><td>12 importante</td><td>16 inaceptable</td></tr><tr><th>alto (3)</th><td>3 tolerable</td><td>6 moderado</td><td>9 importante</td><td>12 importante</td></tr><tr><th>medio (2)</th><td>2 tolerable</td><td>4 moderado</td><td>6 moderado</td><td>8 importante</td></tr><tr><th>bajo (1)</th><td>1 tolerable</td><td>2 tolerable</td><td>3 tolerable</td><td>4 moderado</td></tr></table>			impacto (severidad)				bajo (1)	medio (2)	alto (3)	muy alto (4)	probabilidad (frecuencia)	muy alto (4)	4 moderado	8 importante	12 importante	16 inaceptable	alto (3)	3 tolerable	6 moderado	9 importante	12 importante	medio (2)	2 tolerable	4 moderado	6 moderado	8 importante	bajo (1)	1 tolerable	2 tolerable	3 tolerable	4 moderado	Trabajo
		impacto (severidad)																																	
		bajo (1)	medio (2)	alto (3)	muy alto (4)																														
probabilidad (frecuencia)	muy alto (4)	4 moderado	8 importante	12 importante	16 inaceptable																														
	alto (3)	3 tolerable	6 moderado	9 importante	12 importante																														
	medio (2)	2 tolerable	4 moderado	6 moderado	8 importante																														
	bajo (1)	1 tolerable	2 tolerable	3 tolerable	4 moderado																														
<p>Numeral 7.3.3 “<i>Nivel de Riesgo Inherente</i>” del Manual MTPE.</p> <p>También establece un “<i>Nivel de Riesgo Residual</i>” como aquel que:</p> <p>“permanece después que se toma las acciones de control necesarias para reducir la probabilidad y consecuencias del riesgo.</p> <p>“Resulta de aplicar el efecto mitigante del control sobre el riesgo inherente.</p> <div><div>PROBABILIDAD</div> x <div>IMPACTO</div> - <div>CONTROL</div> = <div>RIESGO RESIDUAL</div></div> <p>Numeral 7.3.4 “<i>Nivel de Riesgo Residual</i>” del Manual MTPE.</p>																																			

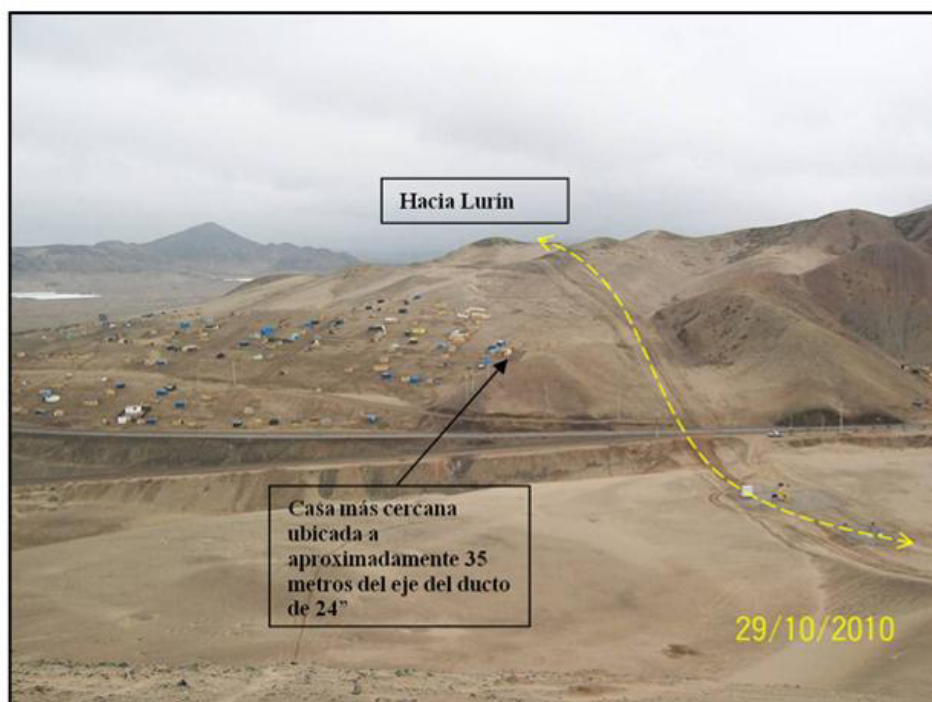
### **1.1.5. Variación del nivel de riesgos**

---

Las evaluaciones realizadas en los estudios de riesgo, planes de contingencia, estudios de impacto, etc., son como una foto que relata un momento y lugar determinado del ciclo de vida de una empresa. Así, para el caso de los riesgos a los cuales está expuesta la población del Área de Influencia Directa (por ejemplo: riesgo de explosión, de incendio, de contaminación, etc.), el nivel de riesgo evaluado en la etapa de diseño puede variar para la etapa de puesta en marcha, y también durante la etapa operativa, o la etapa de cierre.

No se debe perder de vista la condición dinámica de los riesgos, ni que el aumento (o disminución) del nivel de los riesgos a los cuales están expuestas las personas que moran en zonas aledañas a un proyecto de inversión (o en general, a cualquier situación de riesgo), no suele ser considerado por las autoridades de las localidades de las áreas de influencia de los proyectos, las autoridades regionales y nacionales, las empresas inversoras, ni por las propias personas afectadas. Este hecho es llamativo, considerando que los proyectos de inversión suelen tener una duración de varias décadas.

Las siguientes imágenes grafican lo indicado, en ellas se aprecia que el riesgo en el área aledaña a los ductos de transporte de Gas Natural (GN) y Líquidos de Gas Natural (LGN) de Camisea a la costa ha aumentado de un año a otro, debido a la presencia de un mayor número de personas que podrían ser afectadas de ocurrir alguna falla en los ductos mencionados.



**Imagen 8: Viviendas aledañas a los ductos, a octubre 2010**

La línea indica el trayecto de los ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural (Fuente: Archivo Osinergmin).

La imagen anterior pertenece al Kilómetro Progresiva (KP) 683 de los ductos de transporte de GN y LGN de Camisea a la Costa, esta zona está ubicada en el distrito de San Antonio, Provincia de Cañete, en el departamento de Lima, y la fotografía fue registrada en octubre de 2010.

La siguiente imagen, registrada en marzo de 2011, seis meses después de la imagen anterior, muestra la instalación de nuevas viviendas.

Las viviendas mostradas en ambas imágenes pertenecen a la Asociación de Viviendas “Los Ángeles de San Antonio”.



**Imagen 9: Viviendas aledañas a los ductos, a marzo 2011**

Las líneas indican el trayecto de los ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural (Fuente: Archivo Osinergmin).

La presencia de viviendas cerca de los ductos de transporte de GN es una condición de riesgo en dos sentidos, de un lado, de haber una falla en los ductos, las consecuencias serían mayores porque habrían más personas que puedan ser afectadas; de otro lado, la probabilidad de falla es mayor, puesto que la presencia de personas significa que habrá más afectaciones sobre la traza del ducto o sobre el Derecho de Vía (DDV) debido a las acciones de dichas personas, como: apertura de zanjas para desarrollar construcciones, cruces de servicios como agua y desagüe, desarrollo de caminos y vías sobre el DDV, etc.

Las imágenes anteriores indican que el nivel de riesgo al cual la sociedad está expuesta puede ser incrementado con el paso del tiempo si no se toman las consideraciones necesarias (de producirse una explosión de alguno de los ductos de GN y LGN, el número de afectados en marzo 2011 hubiera sido mayor que en octubre 2010), y éste es un aspecto que debe ser explícitamente considerado, y exigido, al elaborar un proyecto de inversión.

A la fecha, no hay una exigencia que obligue a las empresas a reducir, o por lo menos a no aumentar, el Nivel de Riesgo para las poblaciones aledañas a sus instalaciones. De otro lado, tampoco hay un monitoreo del nivel de riesgo al cual están

expuestas las personas (y sus bienes) en las áreas aledañas a las empresas, por parte de las instituciones regionales o municipales, principales interesadas en velar por la seguridad de la población bajo su jurisdicción.

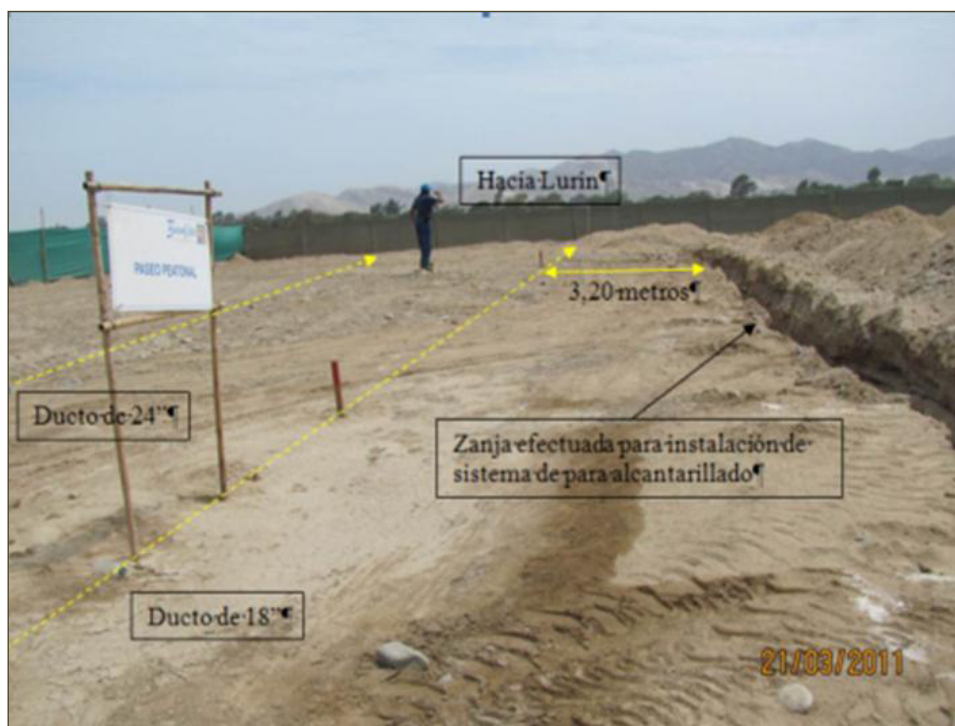
Lo expuesto pone sobre el tapete el tema de la falta de coordinación entre la empresa privada y el Estado (y entre los diferentes niveles de autoridad del Estado), la cual debe realizarse para una contribución efectiva en la mantención del nivel de riesgo en magnitudes tolerables para ambas partes.

Asimismo, es necesario reconocer que existe una brecha entre lo que es exigible a las empresas de manera legal y lo que debe ser realizado, de manera efectiva, para obtener una “licencia social”, lo cual se debe, en parte, a una evaluación de riesgos laxa o poco exigente.

#### **1.1.6. Afectaciones a los Ductos de Transporte de GN y LGN de Camisea**

Las afectaciones provocadas por personas ubicadas en zonas aledañas a los ductos de transporte de hidrocarburos, también afectan a los ductos de GN y LGN de Camisea, los cuales son operados por la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP), a la cual el Estado Peruano ha otorgado la Concesión para el Transporte de Gas Natural de Camisea en Cusco, al City Gate en Lima.

A la fecha, TGP viene desarrollando acciones destinadas a gestionar los riesgos de índole social, realizando: charlas periódicas a la población, difusión de la ubicación de sus instalaciones, seguimiento a los compromisos asumidos por la empresa en su Estudio de Impacto Ambiental o en las Actas de Compromiso firmadas con las comunidades, entre otras; sin embargo, las afectaciones sobre los ductos continúan.



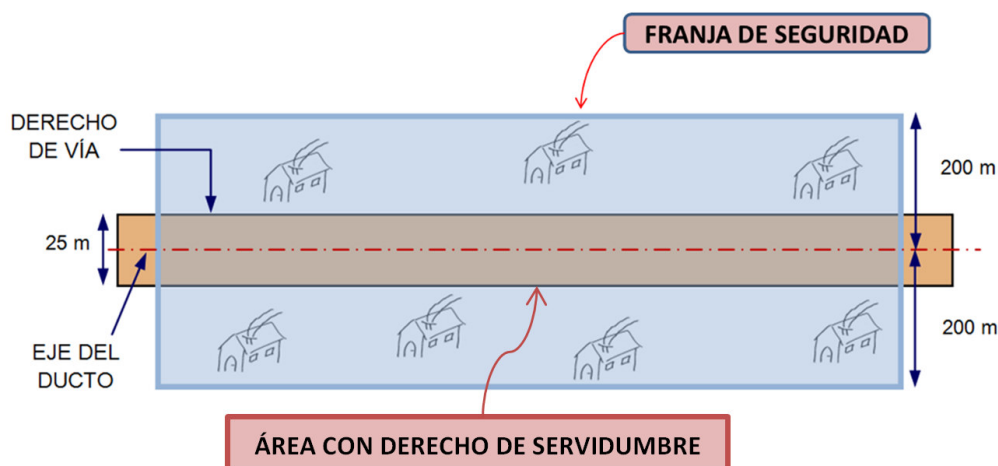
**Imagen 10: Afectación al DDV de los ductos de Camisea**

Fuente: Archivo Osinergmin.

Es pertinente indicar que el sector costa de los ductos de Camisea es el que más ha sufrido afectaciones causadas por personas, lo cual queda evidenciado en las 242 cartas presentadas por TGP entre los meses de junio 2010 y noviembre 2017, en las cuales comunica afectaciones (o posibles afectaciones) a la traza de los ductos de gas natural y/o líquidos de gas natural, y al Derecho de Vía o a sus cercanías, todas ellas ocurridas en el sector costa. Las cartas mencionadas son listadas en el Anexo 1 de este trabajo.

### 1.1.7. La Franja de Seguridad y los Derechos de Servidumbre

Para efectos de este documento, la Franja de Seguridad (FS) corresponderá al área comprendida a lo largo de un ducto de gas natural, considerando 200 metros a cada lado del eje de dicho ducto (Ver Gráfico).



*Nota: Dentro del Derecho de Vía (DDV) no debe haber vivienda u otras edificaciones.*

**Gráfico 1: La Franja de Seguridad y el área con Derecho de Servidumbre**

Elaboración propia.

El área en celeste corresponde a la Franja de Seguridad, dentro de la cual, para efectos de diseño, se considera que si ocurriera alguna falla en un ducto de gas natural, las personas que se encuentran dentro de esta franja serían afectadas. En la imagen también se grafica al Derecho de Vía (área de 25 metros sobrepuesta al eje de la línea del ducto), sobre el cual está prohibido la construcción de edificaciones.

Dentro de la FS puede haber edificaciones, considerándose que a mayor sea el número de éstas, mayor sería el número de personas afectadas en caso de explosión de un ducto de transporte de gas natural. Debe considerarse, sin embargo, que el número de construcciones en la FS está limitado por la clasificación de la Localización del Área, por la cual, cada vez que se supera un límite de edificaciones en la FS, la empresa operadora deberá tomar mayores medidas de prevención (siendo una de las más onerosas, aumentar el espesor del ducto).



En consideración a la conservación de la Localización de Área, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) ha establecido que “*queda prohibido construir en área de 200 metros a cada lado del eje del mismo un mayor número de edificaciones que cambien la Localización de Área*”, para lo cual “*el MINEM y demás autoridades competentes deberán coordinar con los Gobiernos Locales y autoridades comunales, la no emisión de autorizaciones de construcción ni reconocer nuevos derechos incluidos los de posesión [...] que modifiquen la Localización de Área*” (MINEM, 2007a). No obstante lo indicado, se ha seguido reportando la construcción de edificaciones en la FS.

De otra parte, es necesario considerar que una de las condiciones principales para la construcción de un ducto de transporte de hidrocarburos es que la empresa operadora obtenga un Derecho de Servidumbre, por el cual la empresa obtiene el derecho de acceder a un predio, con la finalidad de realizar la custodia y mantenimiento del ducto (ver Gráfico 1).

La obtención del Derecho de Servidumbre impide que el propietario del predio pueda hacer actividades sobre las áreas en las cuales se haya otorgado una servidumbre de ocupación, las cuales están básicamente conformadas por las servidumbres acordadas para el Derecho de Vía.

Asimismo, el propietario del predio sirviente se obliga a respetar las distancias mínimas de seguridad establecidas en el Reglamento de Transporte, así como la clasificación de la Localización del Área, lo cual significa que el número de construcciones que se planeen realizar en la FS (y el uso que se dé a las mismas) está limitado por lo indicado en las normas técnicas y de seguridad.

Lo indicado en el último párrafo es relevante porque un propietario que ha firmado un acuerdo de servidumbre para establecer un Derecho de Vía (de 25 metros de ancho) con la empresa operadora, puede no ser consciente que también está sujeto a las restricciones establecidas en las normas técnicas y de seguridad en la FS (por ejemplo: no hacer construcciones que afecten la clasificación de Localización de Áreas).

### 1.1.8. Impactos del proyecto Camisea

La construcción de todo megaproyecto produce impactos en su entorno, y el proyecto Camisea también los tuvo. Un estimado de los costos, a marzo de 2009, es mostrado en las siguientes tablas. A continuación, se expone un estimado de los montos de los impactos ambientales y sociales producidos en el sector selva:

**Tabla 2: Precios de los Factores Ambientales y Sociales (Transecto Selva – Lote 88)**

FACTORES AMBIENTALES	VALOR DEL IMPACTO US \$	UNIDAD DE MEDIDA
GRUPOS		
1. Geología y Geomorfología	217.16	Ha/Año
2. Suelos (Edafología)	5.34	Ha/Año
3. Atmósfera y Aire	5,521.15	Ha/Año
4. Recurso Hídrico Superficial	11.52	Familia/Año
5. Recurso Hídrico Subterráneo	52.85	Ha/Año
6. Flora	8,482.74	Ha/Año
7. Fauna:		
- Fauna acuática	0.095	Unidad/Año
- Recursos pesqueros	845.98	Familia/Año
- Fauna Terrestre (1).	2.63	Unidad/Año
- Fauna con interés económico y social	1,335.03	Familia/Año
8. Paisaje:		
- Nivel de ruido de base	68.39	Familia/Año
- Calidad escénica	210.59	Turista/Año
9. Población:		
- Salud de la población (2)	285.09	Familia/Año
- Hábitos y costumbres (3)	176.49	Familia/Año
10. Infraestructura	4,180.16	Módulo/Año
11. Planificación	46.36	Familia/Año
12. Economía	174.42	Familia/Año
13. Recursos Arqueológicos	1.65	Turista/Año

(1) Incluye Biodiversidad faunística.

(2) Incluye Seguridad e integridad personal.

(3) Incluye Áreas de uso.

Incluye la Planta Malvinas, las plataformas de San Martín y Cashiriari y *flowlines*.

Fuente: Consorcio Palomares & M.P.B., 2009 (p. 121)

La tabla anterior muestra que el proyecto habría impactado a la población del sector selva en factores como “salud” en US\$ 285.09 Familia/año, y, en un factor como el de “hábitos y costumbres” en US\$ 176.49 Familia/año.

El estimado de los montos de los impactos ambientales y sociales producidos en el sector sierra, a marzo de 2019, es el siguiente:

Tabla 3: Precios de los Factores Ambientales y Sociales (Transecto Sierra)

FACTORES AMBIENTALES			VALOR DEL IMPACTO US \$	UNIDAD DE MEDIDA
GRUPOS				
AIRE			188.57	Fam/Año
RUIDO			68.39	Fam/Año
RELIEVE Y GEODINÁMICA			217.16	Ha/Año
SUELO			40.27	Ha/Año
RECURSOS HÍDRICOS			22.16	Fam/Año
CALIDAD DE AGUA			119.79	Ha/Año
VEGETACIÓN			8,482.74	Ha/Año
FAUNA			803.65	Fam/Año
PAISAJE Y RESTOS ARQUEOLOGICOS			352.5	Tur/Año
SOCIAL			86.22	Fam/Año
ECONOMICO	Agricultura	PAPA	1,274.24	Ha/Año
		TRIGO	1,433.52	Ha/Año
	Ganadería		254.85	Fam/Año
	Empleo		1,325.20	Fam/Año
CULTURAL			1325.2	Mod/Año

Considera los ductos de transporte de hidrocarburos.

Fuente: Consorcio Palomares & M.P.B., 2009 (p. 157).

La tabla anterior muestra que los ductos en el sector sierra habrían impactado a la población en factores como “ganadería” en US\$ 254.85 Familia/año, y, en un factor como el “empleo” en US\$ 1,325.20 Familia/año.

Finalmente, el estimado de los montos de los impactos ambientales y sociales producidos en el sector costa, a marzo de 2019, es el siguiente:

Tabla 4: Precios de los Factores Ambientales y Sociales (Transecto Costa)

GRUPO DE FACTORES		UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DEL IMPACTO (US\$)
AIRE	Cambios Climáticos Globales	FAMILIA / AÑO	188.57
	Calidad de Aire		
	Ruido Base	FAMILIA / AÑO	68.39
GEOL. Y GEOMORFOLOGIA		HA / AÑO	217.19
SUELO		HA / AÑO	3045.58
REC. HIDRICO SUPERFICIAL		FAMILIA / AÑO	22.16
REC. HIDRICO SUBTERRANEO		HA / AÑO	52.85
VEGETACION		HA / AÑO	654.45
FAUNA		HA / AÑO	5503.67
PAISAJE		FAMILIA / AÑO	2526.90
POBLACION		FAMILIA / AÑO	229.37
INFRAESTRUCTURA		FAMILIA/ AÑO	136.60
PLANIFICACION		FAMILIA / AÑO	229.20
ECONOMIA		FAMILIA / AÑO	1681.04
RECURSOS ARQUEOLOGICOS		TURISTA/ AÑO	90.15

Considera la Planta de Licuefacción de Pisco, el muelle y el Componente Marítimo.  
Fuente: Consorcio Palomares & M.P.B., 2009 (p. 200).

La tabla anterior muestra que, en el sector costa, el proyecto habría impactado a la población en factores como “población” (conformado por aspectos como: salud de la población, áreas de uso, seguridad e integridad personal, y hábitos y costumbres) en US\$ 229.37 Familia/año, y, en un factor como el de “economía” en US\$ 1,681.04 Familia/año.

### 1.1.9. Demandas de la población en áreas aledañas a los ductos

La operación de los ductos no ha estado exenta de demandas por parte de la población. Según lo reportado por la Defensoría del Pueblo, a mayo de 2019, se presentan los siguientes conflictos sociales en las áreas aledañas a los ductos de transporte de gas natural:

**Tabla 5: Conflictos en áreas aledañas a los ductos (reporte a mayo 2019)**

TIPO DE CONFLICTO	DESCRIPCIÓN (REPORTADO PARA MAYO 2019)
<b>Conflicto Activo</b> <b>De tipo socioambiental</b>	<p><b>“Ingresó como caso nuevo:</b> Marzo de 2013.</p> <p><b>Caso:</b> La comunidad campesina Vinchos y sus veintinueve anexos demandan a la empresa Transportadora de Gas del Perú (TGP S.A.) la renegociación del contrato de servidumbre –el mismo que es materia de un proceso judicial– así como el resarcimiento por el daño causado al territorio comunal por la construcción del gasoducto.</p> <p><b>Ubicación:</b> Distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, región Ayacucho”.</p> <p><b>(Defensoría del Pueblo, 2019, p. 40).</b></p>
<b>Conflicto Activo</b> <b>De tipo socioambiental</b>	<p><b>“Ingresó como caso nuevo:</b> Agosto de 2012.</p> <p><b>Caso:</b> El Frente de Desarrollo Comunal y Afectados por el Transporte de Gas de Camisea (FREDCOM) demanda a las empresas Transportadora de Gas del Perú (TGP S.A.) y Perú LNG S.R.L. la renegociación de contratos de servidumbre suscritos debido al incumplimiento de compromisos ambientales, económicos y sociales con las comunidades.</p> <p><b>Ubicación:</b> Distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, región Ayacucho”.</p> <p><b>(Defensoría del Pueblo, 2019, p. 41).</b></p>
<b>Conflicto Activo</b> <b>De tipo socioambiental</b>	<p><b>“Ingresó como caso nuevo:</b> Septiembre de 2017.</p> <p><b>Caso:</b> Los representantes de la comunidad campesina Chiquintirca iniciaron un paro indefinido demandando la revisión del contrato del gasoducto entre el Gobierno nacional y la comunidad; la indemnización por los terrenos afectados en la construcción del gasoducto operado por la Empresa Transportadora de Gas del Perú (TGP); la indemnización por el funcionamiento de un helipuerto que habría originado fuerte contaminación sonora; la reubicación de viviendas dentro de los doscientos metros del gasoducto; la masificación del gas en la zona y el cumplimiento de las indemnizaciones por daños ambientales como el derrame ocurrido en el 2015.</p> <p><b>Ubicación:</b> Distrito de Anco, provincia de La Mar, región Ayacucho”.</p> <p><b>(Defensoría del Pueblo, 2019, p. 42).</b></p>

TIPO DE CONFLICTO	DESCRIPCIÓN (REPORTADO PARA MAYO 2019)
<b>Conflicto Activo</b> <b>De tipo socioambiental</b>	<p><b>“Ingresó como caso nuevo: Febrero de 2018.</b></p> <p><b>Caso:</b> Las organizaciones de comunidades nativas y asentamientos rurales del Bajo Urubamba, ante el derrame de líquidos de gas natural en la quebrada de Kemariato, ocurrida el 03 de febrero de 2018, demandan la atención de las instituciones del Estado, a fin de esclarecer las causas, aplicar sanciones y constatar el impacto generado en la flora, fauna y la salud; a la empresa TGP que indemnice a la población que pudiera haberse visto afectada.</p> <p><b>Ubicación:</b> Distrito de Megantoni, Provincia de La Convención, departamento de Cusco”.</p> <p style="text-align: right;"><b>(Defensoría del Pueblo, 2019, p. 51).</b></p>
<b>Conflicto Activo</b> <b>De tipo socioambiental</b>	<p><b>“Ingresó como caso nuevo: Julio de 2013.</b></p> <p><b>Caso:</b> Las organizaciones indígenas Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDSEP), la Organización Regional AIDSEP Ucayali (ORAU) y el Consejo Machiguenga del Río Urubamba (COMARU) se oponen a la ampliación de las operaciones de gas en el lote 88 y en el lote Fitzcarrald, contando con el respaldo del Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial de la ONU (CERD) (carta al Gobierno Nacional en marzo de 2013) para exigir el cese inmediato de la expansión del proyecto de gas Camisea en la Reserva Territorial Indígena Kugapakori, Nahua, Nanti.</p> <p><b>Ubicación:</b> REGIÓN CUSCO: Reserva Territorial Kugapakori, Nahua, Nanti (RTKNN), distrito de Echarate, provincia de La Convención.</p> <p>REGIÓN UCAYALI: Distrito de Sepahua, provincia de Atalaya”.</p> <p style="text-align: right;"><b>(Defensoría del Pueblo, 2019, ps. 88 y 89).</b></p>
<b>Conflicto Latente</b> <b>De tipo socioambiental</b>	<p><b>Caso:</b> “Pobladores de la comunidad campesina Uchuypampa exigen a la empresa Transportadora de Gas del Perú (TGP), el pago por derechos de servidumbre a los nuevos poseedores”.</p> <p><b>Ubicación:</b> “Distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, en Ayacucho”.</p> <p style="text-align: right;"><b>(Defensoría del Pueblo, 2019, p. 92).</b></p>

El “Reporte de Conflictos Sociales N.º 183” correspondiente a mayo de 2019, señala que a dicho mes existen seis conflictos referidos al transporte de gas natural por ductos, dos de los cuales están referidos a la obtención de indemnizaciones, tres a la renegociación de los contratos de servidumbre, y otro, de carácter multirregional, referido al cese de la expansión del proyecto de gas de Camisea, exigido por un sector de la población de Cusco y Ucayali.

De otra parte, se debe señalar que se ha detectado “malestar por el poco dinero percibido”<sup>3</sup> por parte de las personas que han suscrito contratos de servidumbre con el

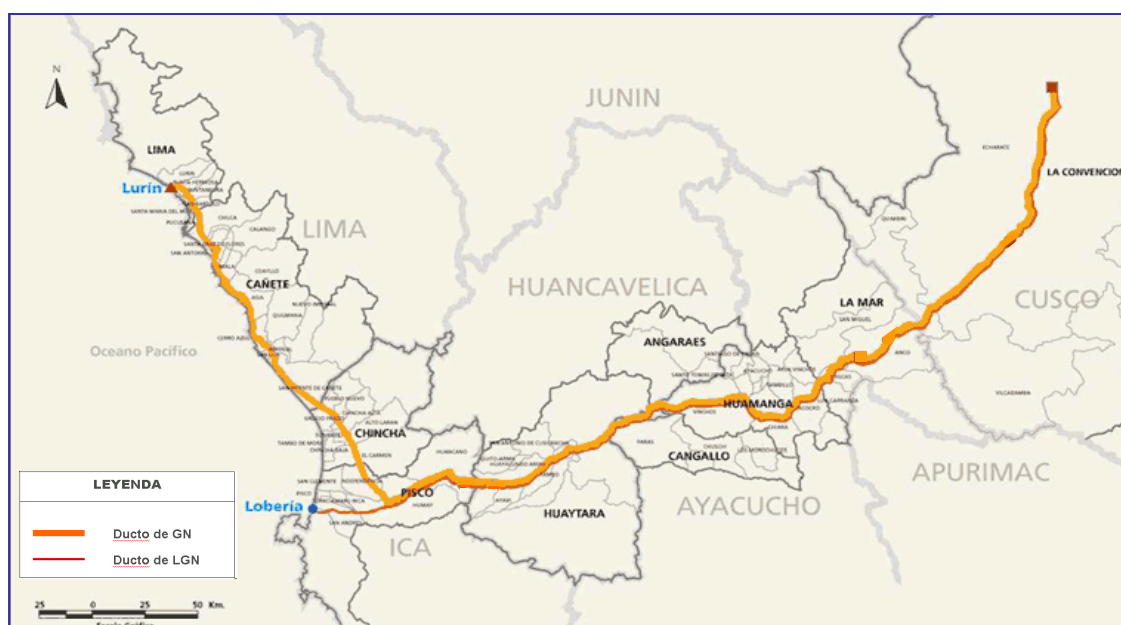
<sup>3</sup> Actitud detectada por la supervisión de Osinermin durante la visita de Carta Línea N° 264078 realizada a la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A.

operador de los ductos, lo cual explicaría porque la renegociación de las servidumbres sea materia de conflictos sociales.

#### 1.1.10. La traza del ducto de GN de Camisea

La traza del ducto de GN inicia en la Estación de Malvinas (KP 0), en el distrito de Echarate, provincia de La Mar, en Cusco, y llega hasta el City Gate de Lurín (KP 730+629), al sur de Lima. El Estudio de Riesgos señala que el sector costa inicia en el KP 520 y concluye en el KP 730+629 (TGP, 2012), atravesando en dicho tramo las provincias de Pisco y Chincha, en el departamento de Ica; y las provincias de Cañete y el sur de Lima, en el departamento de Lima.

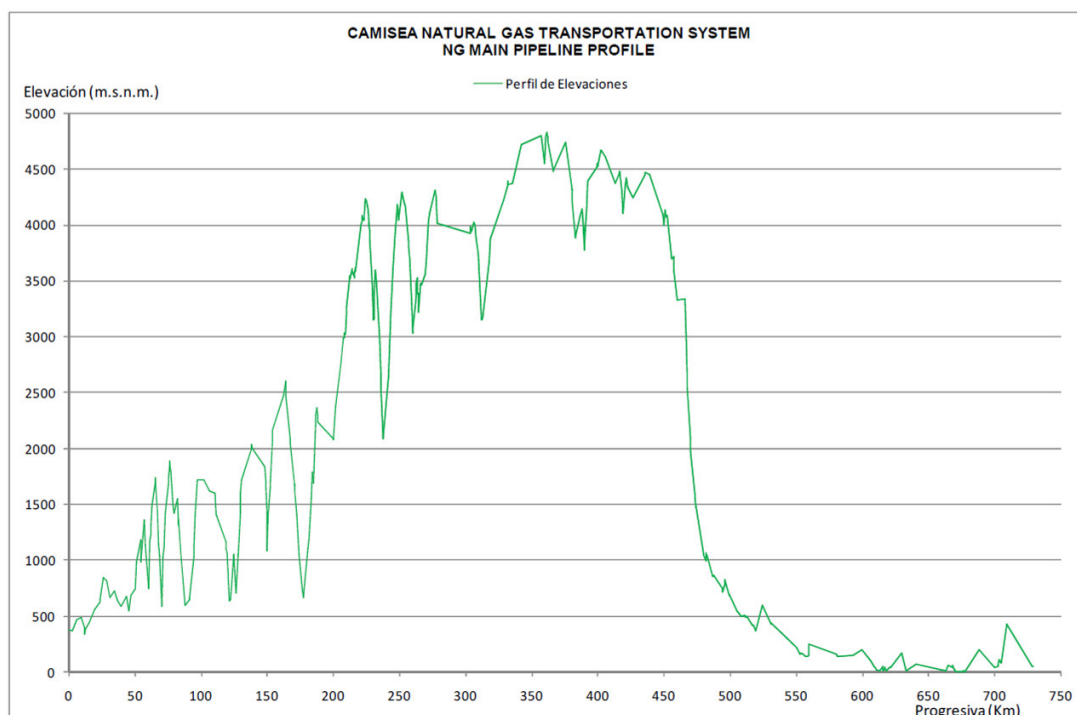
La ruta seguida para el transporte de gas natural y líquidos de gas natural seguida por la empresa TGP es la siguiente:



**Imagen 11: Sistema de Transporte de GN y LGN de Camisea a la costa**

Fuente: Archivo Osinergmin

El perfil de elevaciones del ducto de GN es mostrado en la siguiente gráfica:



**Gráfico 2: Perfil de elevaciones del ducto de GN de Camisea**

Fuente: TGP (2012).

Las dos gráficas anteriores nos dan una idea de las dificultades de ingeniería que han tenido que superar los ductos de Camisea, en particular el ducto de transporte de gas natural que atraviesa la selva, la sierra y la costa, en su recorrido de 730 Kilómetros a través de cinco departamentos del Perú: Cusco, Ayacucho, Huancavelica, Ica y Lima.

**Tabla 6: Departamentos, provincias y distritos atravesados por los ductos de Camisea**

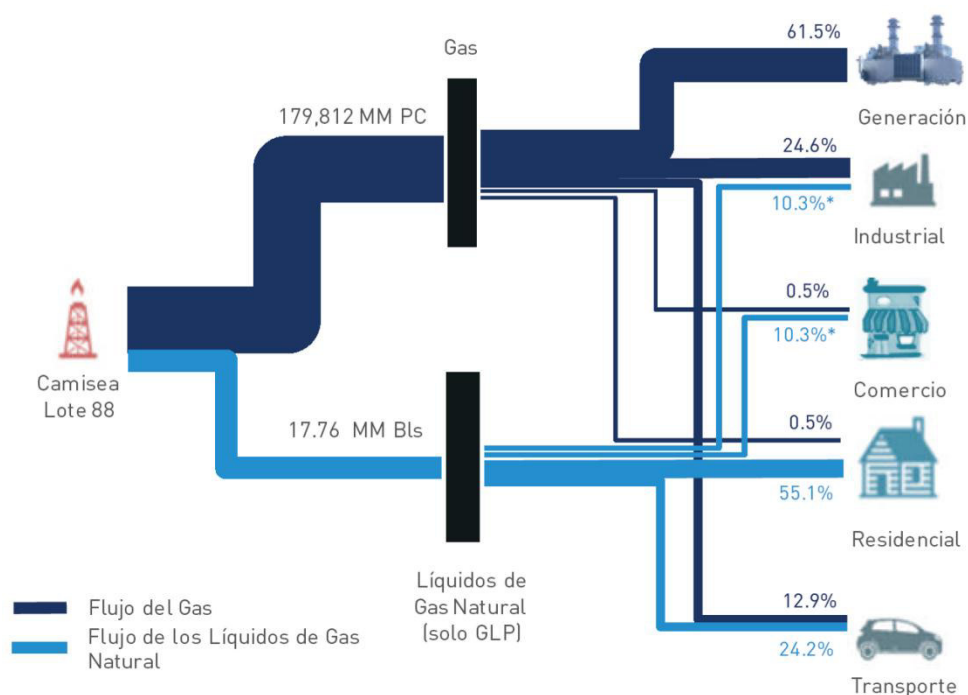
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Cusco	La Convención	Echarate
		Kimbiri
Ayacucho	La Mar	Anco
		San Miguel
		Chilcas
		Luis Carranza
	Huamanga	Acocro
		Tambillo
		Chiara
		Socos
	Cangallo	Vinchos
		Paras



Huancavelica	Huaytará	Pilpichaca Tambo Ayaví Huaytará
Ica	Pisco	Huáncano Humay Independencia San Andrés Paracas
	Chincha	El Carmen Alto Larán Chincha Alta Pueblo Nuevo Grocio Prado
Lima	Cañete	San Vicente de Cañete San Luis Cerro Azul Asia Mala San Antonio Santa Cruz de Flores Chilca
	Lima	San Bartolo Punta Negra Punta Hermosa Lurín

### 1.1.11. Importancia del GN de Camisea

El gas natural proveniente de Camisea participa en el 61.5% de la generación eléctrica del país, abastece de energía al 24.6% de nuestro sector industrial y en el 12.9% del sector transporte.



**Gráfico 3: Flujo comercial del GN y LGN en el mercado interno**

Fuente: Osinergmin (2014a)

El GN y LGN provenientes de Camisea son de suma importancia para la economía del país.

*“El valor llevado a 2013 del ahorro que obtuvieron los consumidores del GN de Camisea fue alrededor de US\$ 5,100 millones, sobre todo por el sector industrial con US\$ 3,220 millones (para el periodo 2004-2013) y el sector transporte con US\$ 1,900 millones (para el periodo 2006-2013). En el sector eléctrico, el ingreso del Proyecto Camisea habría significado un ahorro cercano a US\$ 1,700 millones (para el periodo 2000-2013).*

*“Con respecto al sector público, los ingresos generados por la explotación del gas provienen de las regalías y el IR. Las regalías habrían totalizado US\$ 8,800 millones, mientras que el efecto total en las cuentas fiscales asciende a US\$ 10,700 millones, ambos valores expresados a 2013 para el periodo 2004-2013. Por último, el mayor impacto del Proyecto Camisea se*

*ha evidenciado en la BCH [Balanza Comercial de Hidrocarburos] del país, reduciéndose significativamente el déficit mostrado antes de 2004. Esto se debe a la sustitución de importaciones y a las exportaciones de GN en sus diversas formas.”*

(Osinermin, 2014a, p. 198).

Lo anterior, es complementado por la información mostrada a continuación:

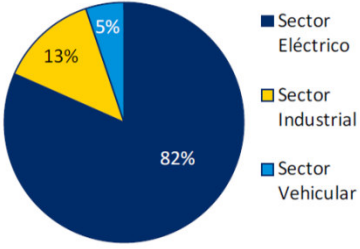
**Tabla 7: Beneficios de los impactos económicos del Proyecto Camisea**

Sector	Período de análisis	Monto (MMUS\$) 2013	Participación (%) en cada sector
<b>1. Privado</b>		<b>6,952</b>	
1.1 Electricidad 2/ 1.2 Usuarios de gas natural	2000-2013	1,784	
Transporte 3/ Industrial, comercial y residencial 4/	2006-2013	5,169	
	2004-2013	1,981	
		3,187	
<b>2. Público</b>		<b>10,702</b>	
2.1 Impuesto a la Renta	2004-2013	1,877	
2.2 Regalías	2004-2013	8,826	
<b>3. Externos</b>		<b>23,921</b>	
3.1 Proyecto de exportación de GNL	2010-2013	4,959	
3.2 Valor de los Líquidos	2004-2013	9,711	
3.3 Efecto Sustitución	2004-2013	9,250	
<b>IMPACTO TOTAL</b>		<b>41,576</b>	

Fuente: Osinermin (2014 a)

El gas natural de Camisea también ha contribuido a mitigar las emisiones de gas de efecto invernadero, estimándose que habría mitigado un aproximado de 54 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo cual habría generado un valor financiero equivalente a US \$ 1306 millones en el periodo 2004-2013, así como habría contribuido a cumplir con los objetivos nacionales y compromisos internacionales asumidos por el Perú en materia de cambio climático. (Osinermin, 2014b, p.11).

**Tabla 8: Impactos en la mitigación del CO<sub>2</sub> del Proyecto Camisea (2004-2013)**

Sector	Periodo de análisis	Emisiones mitigadas (millones de tCO <sub>2</sub> )	Equivalente financiero de emisiones mitigadas (millones de US\$) 1/	Participación de cada sector en el valor financiero de las emisiones mitigadas de CO <sub>2</sub> (2004-2013)
Sector Eléctrico	2004-2013	43	1,066	 <p>■ Sector Eléctrico ■ Sector Industrial ■ Sector Vehicular</p>
Sector Industrial	2004-2013	7	172	
Sector Vehicular	2006-2013	4	67	
<b>Total</b>		<b>54</b>	<b>1,306</b>	

Fuente: Osinergmin (2014b)

## 1.2. Formulación del problema

Cabe mencionar que parte de lo expuesto en esta sección ha sido publicado en la revista “Ciencia y Tecnología”<sup>4</sup>, en el artículo “Política de Gestión de Riesgos: el caso del transporte de gas natural por ductos”, elaborado por el autor de esta tesis.

La pregunta general que orienta esta investigación se formula en los siguientes términos:

**PREGUNTA GENERAL:**

**¿El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la *Franja de Seguridad* de un gasoducto aumenta en el tiempo?**

Esta interrogante conlleva a evaluar si las obligaciones que el Estado impone a las empresas del sector de transporte de gas natural por ductos (y en general a cualquier

<sup>4</sup> Revista indizada en Latindex, con código ISSN 2070-089X y calificada como revista científica con visión internacional.

empresa que se comprometa a ejecutar un proyecto de inversión) son conducentes a mantener, reducir o agravar el nivel de riesgo en las áreas de influencia de un proyecto.

La interrogante planteada también es pertinente porque el marco económico-legal, desde la Constitución del 1993, está dirigido, más que al desarrollo social, al desarrollo de una economía de mercado.

### 1.3. Alcance

---

El alcance de esta investigación se limitará a evaluar el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad en el sector costa del ducto de gas natural de Camisea.

El periodo de evaluación será de 50 años, del 2016 al 2066, lo cual, en consideración a lo establecido en la Cláusula 4 del Contrato BOOT de “Concesión de Transporte de Gas Natural por ductos de Camisea al City Gate”, se ajusta al plazo máximo que la empresa TGP podría tener, si lo solicita, la concesión para el transporte del gas natural de Camisea (60 años, contados desde agosto 2004).



**Imagen 12: Tendido del ducto de GN en el sector costa, a cargo de TGP**

Fuente: Archivo Osinergmin.

#### 1.4. Objetivos de la investigación

---

El objetivo general y el objetivo específico de la investigación son los siguientes:

##### **Objetivo general**

Determinar si el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo.

##### **Objetivo específico**

Proponer políticas para reducir el número de personas en áreas vulnerables.

#### 1.5. Hipótesis

---

La hipótesis de esta investigación es la siguiente:

##### **Hipótesis:**

El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo.

#### 1.6. Justificación de la investigación

---

- a) La exposición de personas a situaciones de riesgo no es un problema que se pueda soslayar, puesto que involucra a un sector importante de la población (36% de la población está ubicada en áreas de vulnerabilidad alta o muy alta según lo estimado por el MINAM).

Este trabajo aporta en la atención de este problema, en la medida que considera al número de personas en áreas vulnerables, como una variable de investigación.

- b) Los aportes referidos a la reducción en la exposición de las personas al peligro son necesarios en un entorno de inestabilidad política y de demandas de un sector de la población que puede sentirse excluido frente a una empresa que limita el usufructo de terrenos sobre los cuales alguna vez tuvieron libre disposición.

- c) Se analiza riesgos en áreas en las cuales un sector de la población percibe que no ha sido suficientemente compensado por una empresa que alcanza utilidades millonarias.<sup>5</sup>
- d) Los resultados de aplicar un modelo de simulación permiten aportar medidas de mitigación de riesgos considerando a la población en áreas vulnerables.
- e) Se evalúan riesgos relacionados a un proyecto de gran relevancia para el país: El estudio aporta medidas de mitigación de riesgos de afectación al ducto de GN de Camisea, el cual abastece al 61% de las centrales de generación eléctrica, al 25% del sector industrial, y al 12% del sector transporte. Cabe mencionar también que el gas natural de Camisea ha contribuido a cumplir con los objetivos nacionales y compromisos internacionales asumidos por el Perú en materia del cambio climático.
- f) La gestión de riesgos se ha iniciado con una característica particular: se ha orientado al tratamiento de los riesgos provenientes de desastres y relacionados al cambio climático. En ese sentido, el estudio aporta enfoques para el tratamiento de riesgos inherentes a los procesos de producción y a la participación de los órganos estatales.
- g) Son necesarios los lineamientos, respecto al papel que le toca a las instituciones del Estado, para asegurar que el nivel de riesgo al cual está expuesta la población ubicada cerca a instalaciones industriales no aumente en el tiempo.
- h) El estudio visibiliza aspectos que, generalmente no son percibidos al evaluar las consecuencias de un proyecto en el largo plazo, por ejemplo: los costos ocultos, la pérdida de legitimidad por parte del Estado, la reducción de la gobernabilidad, las demandas legales, el aumento de la conflictividad social, etc.

---

<sup>5</sup> La empresa operadora, Transportadora de Gas del Perú S.A., ha obtenido utilidades netas de 232 millones en el 2018 y 212 millones en el 2017 (TGP, 2019).

## 1.7. Limitaciones del estudio

---

- a) Al ser un concepto nuevo para la determinación de las actividades a realizar por la empresa no se cuenta con experiencia en su aplicación. Es necesario un periodo de implantación y adecuación para evaluar la real efectividad del modelo propuesto.
- b) El tema es demasiado complejo para abordarlo con profundidad, requiriéndose para ello un análisis transdisciplinario.
- c) La carencia de datos, provoca que en muchos aspectos se realice un análisis cualitativo, aspecto que se iría corrigiendo, a medida que se colecte información referida a los riesgos a la vida de las personas expuestas a un peligro.
- d) El modelo desarrollado para evaluar el aumento del nivel de riesgo se limita a describir la situación problemática y a evaluar los resultados de aplicar diferentes lineamientos describiendo su comportamiento en el tiempo, con cierto rango de error esperado.

Cabe indicar que ningún modelo de evaluación, y éste no es la excepción, es capaz de predecir o de dar resultados exactos de la evolución de las variables propuestas en el tiempo.



## 2. Marco teórico

*“El problema de los expertos  
es que no saben qué es lo que no saben”*

*Nicolas Taleb*

### 2.1. Antecedentes del estudio

---

La mitigación de riesgos se ha desarrollado de manera amplia para aspectos ambientales; y, en menor medida, se ha desarrollado literatura que considera los aspectos de seguridad laboral o riesgos industriales.

Respecto al tema que nos convoca: “Política de Gestión de Riesgos para el caso del transporte de gas natural por ductos”, hay tres normas de especial relevancia:

- ✓ Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, aprobado por Decreto Supremo N° 081-2007-EM.
- ✓ Norma ASME B31.8S “Managing System Integrity of Gas Pipelines”
- ✓ Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM.

#### 2.1.1. El Reglamento de Transporte

---

El Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, emitido por el Ministerio de Energía y Minas, y aprobado por Decreto Supremo N° 081-2007-EM (Reglamento de Transporte), norma los aspectos regulatorios y de seguridad para el transporte de hidrocarburos por ductos.

En relación a los aspectos relacionados directamente con la afectación a las personas y sus propiedades, el Reglamento de Transporte indica lo siguiente:

**a) Limitación del número de construcciones en el DDV y sus alrededores**

***Artículo 94 del Reglamento de Transporte “Derechos reales sobre predios de propiedad privada o estatal”:***

*“La clasificación de la Localización de Área<sup>6</sup>, que considera el uso al momento de la aprobación del Manual de Diseño y el uso previsto, determinará el diseño del Ducto de Hidrocarburos, lo que a su vez limitará la construcción en el Derecho de Vía y sus alrededores. Queda prohibido construir en área de 200 metros a cada lado del eje del mismo un mayor número de edificaciones que cambien la Localización de Área; tampoco se podrá realizar en el área, actividades que puedan perjudicar la seguridad del Ducto o de las personas que lleven a cabo dichas actividades. Asimismo, y sólo si no afecta la construcción, operación, mantenimiento, seguridad e integridad del ducto, según lo dispuesto en las normas pertinentes del Reglamento y/o la Norma ANSI/ASME B31.8 en su última versión, sobre el ducto se podrán construir perímetros y/o mantener restos arqueológicos, así como cualquier otra infraestructura que cumpla con la exigencia aquí establecida.”<sup>7</sup>*

[El subrayado es agregado].

[...]

*“El MINEM [Ministerio de Energía y Minas] y demás autoridades competentes deberán coordinar con los Gobiernos Locales y autoridades comunales, la no emisión de autorizaciones de construcción ni reconocer nuevos derechos incluidos los de posesión sobre las áreas señaladas en el párrafo anterior, que modifiquen la Localización de Área [...] debiendo además respetar los planes de expansión urbana y demás que fueran de su competencia.”*

(MINEM, 2007a)

El artículo citado anteriormente señala que en el diseño se debe considerar la Localización de Área en el momento de su aprobación, así como el uso previsto de dicha localización, vale decir que si se ha proyectado un tiempo de vida de 30 años, se debe considerar como variará la Localización de Área en ese periodo.

Asimismo, la prohibición de construir en un área de 200 metros a cada lado del eje del ducto edificaciones que modifiquen la Localización de Área, es una obligación que debe ser velada por “el MINEM y demás autoridades competentes” las cuales

---

<sup>6</sup> Área geográfica a lo largo del Ducto que transporta Gas Natural, clasificada según el número y proximidad de las edificaciones actuales y previstas para la ocupación humana. Cabe decir que, a más viviendas haya alrededor del ducto, mayores medidas de seguridad se tomarán en el diseño y durante la operación del ducto.

<sup>7</sup> Este párrafo fue modificado por el artículo 36 del Decreto Supremo N° 017-2015-EM.

deben coordinar con los gobiernos locales y autoridades comunales que, en algunos casos, son las que estimulan que aumente el número de edificaciones alrededor del ducto.

Otro punto a considerar es que el papel del MINEM y las autoridades competentes, es el de coordinar la “no emisión de autorizaciones de construcción ni reconocer nuevos derechos incluidos los de posesión” en la Franja de Seguridad. Vale decir, que el MINEM no podría desalojar o restringir la ocupación de la Franja de Seguridad, lo cual es injerencia del Ministerio Público y la Policía Nacional del Perú, entre otras instituciones.

## **b) El Estudio de Riesgos**

### ***Artículo 15 del Anexo 1 del Reglamento de Transporte “Contenido del Estudio de Riesgo”:***

*“El Estudio de Riesgos debe contener como mínimo lo siguiente:*

- a. Considerar todo tipo de fallas incluyendo fugas menores, fugas mayores y roturas.*
- b. Identificar las causas de fallas primarias que pudieran resultar en una de mayores consecuencias.*
- c. Estimar la probabilidad y frecuencia de incidentes.*
- d. Estimar el área que será afectada en caso de un escape o derrame, incluyendo la radiación térmica de gas encendido o líquidos y el destino final de los líquidos derramados.*
- e. Estimar las consecuencias peligrosas para las personas y el ambiente en el área afectada.*
- f. Estimar el efecto de la ocurrencia para cada tipo de falla.*
- g. Estimar daños severos de personas en áreas de poblaciones aledañas al Derecho de Vía, en áreas de concentración urbana como colegios, hospitales, etc.*
- h. Estimar daños al ambiente en áreas sensibles como bofedales, arroyos, ríos, y áreas con flora y fauna silvestre.*
- i. Determinar las Áreas de Alta Consecuencias.*
- j. Determinar las zonas comprendidas dentro del Área Circular de Impacto para el Ducto de Gas Natural.*

(MINEM, 2007a)

El Reglamento de Transporte también establece que todos los operadores de ductos de transporte de hidrocarburos deben elaborar un estudio de riesgos que estime las consecuencias a las personas y al ambiente de un escape o derrame de hidrocarburos, o los efectos de una explosión.

### **c) Sistema de Integridad de Ductos**

#### ***Artículo 1 del Anexo 2 del Reglamento de Transporte: “Desarrollo e implementación de un Sistema de Integridad de Ductos”***

*“El Operador deberá desarrollar e implementar un Sistema de Integridad de Ductos para las Áreas de Alta Consecuencias, que permita prevenir fallas en sus operaciones, proporcionando un servicio seguro, confiable y que garantice la protección de personas, instalaciones y el ambiente.”*

#### ***Artículo 2 del Anexo 2 del Reglamento de Transporte: “Base del Sistema de Integridad de Ductos”***

*“El Sistema de Integridad de Ductos se basa en el Estudio de Riesgos y Estudio de Riesgos Operativos (HAZOP).”*

(MINEM, 2007a)

El Numeral 2.47 del Reglamento de Transporte establece la obligación de implementar un Sistema de Integridad de Ductos, el cual, a través de la sistematización de los procedimientos y controles necesarios tiene como objeto *“disminuir los riesgos de fallas [e] incidentes que atenten contra la seguridad y el ambiente...”* en las Áreas de Alta Consecuencia.

Cabe indicar que un Área de Alta Consecuencia es un área de terreno en la cual *“una fuga o derrame de líquido o gas podría tener un impacto significativamente adverso para la población, el ambiente, las propiedades o la navegación comercial”* (Numeral 2.3 del Anexo 1 del Reglamento de Transporte). En ese sentido, el Reglamento citado establece que las empresas operadoras de ductos de transporte de hidrocarburos gestionen de manera particular los riesgos en áreas donde las consecuencias a la población, sus propiedades o el ambiente sean *“significativamente”* adversos.

El Reglamento de Transporte también establece que para gestionar los riesgos a la integridad de los ductos se considere el Estudio de Riesgos del sistema de transporte y el Estudio de Riesgos Operativos (HAZOP)<sup>8</sup>.

### **2.1.2. La Norma ASME B31.8S**

---

La norma ASME B31.8S “Managing System Integrity of Gas Pipelines”, publicada por la Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés) postula la existencia de nueve tipos de amenaza que pueden afectar la integridad de los ductos de transporte de hidrocarburos por ductos.

La Norma ASME B31.8S define *integridad* como la capacidad de la tubería de soportar todas las cargas (o esfuerzos) que se haya previsto que la puedan afectar, de manera adicional al margen de seguridad establecido por las normas ASME.<sup>9</sup>

El objetivo de la norma citada es proteger la tubería, con lo cual, se evitarían las consecuencias de los riesgos de fuga de hidrocarburos: explosiones, contaminación, intoxicación, etc. Esta norma postula 22 causas-raíz o amenazas (una de las cuales puede ser “desconocida”) que pueden afectar la integridad de la tubería. Es trabajo de los operadores, realizar las gestiones necesarias para que sus ductos no sean afectados por ninguna de esas 22 causas.

En la Tabla 9 se exponen las 22 amenazas que pueden afectar a los ductos de transporte de hidrocarburos por ductos, la versión original (en inglés) es mostrada en el Anexo 2. De éstas amenazas, las que han provocado fallas a los ductos de transporte de LGN de Camisea, son las siguientes:

- ✓ Cordón de soldadura defectuoso.
- ✓ Daño infligido por primera, segunda, o tercera parte.
- ✓ Daño mecánico previo de la tubería (modo de falla retardado).
- ✓ Vandalismo.
- ✓ Movimientos (deslizamientos) de tierra.

---

<sup>8</sup> HAZOP es un acrónimo para los estudios de análisis de peligros y operatividad (HAZard and OPerability study). Este estudio analiza los riesgos de un proceso, o sistema, de una manera sistemática y estructurada.

<sup>9</sup> De manera adicional a las normas de la gestión de la integridad, las Normas ASME también establecen requisitos y consideraciones para el diseño, mantenimiento y operación de los ductos de transporte.

De otro lado, la Norma ASME B31.8S indica lo siguiente: “*integrity: defined herein as the capability of the pipeline to withstand all anticipated loads (including hoop stress due to operating pressure) plus the margin of safety established by this section.*” (Norma ASME B31.8S, pág. 39):

De las amenazas mencionadas, la principal causa de fallas en el ducto de transporte de líquidos de gas natural de Camisea es la de movimientos (deslizamientos) de tierra. Es conveniente mencionar que el ducto de gas natural de Camisea no ha presentado ninguna falla hasta la fecha

**Tabla 9: Amenazas a la integridad de ductos**

TIPO	SUBTIPO	AMENAZAS
<b>Dependientes del Tiempo</b>	---	1) Corrosión externa. 2) Corrosión interna. 3) SCC ( <i>stress corrosion cracking</i> ).
<b>Fijas (Estables en el Tiempo)</b>	Relacionados a la manufactura	4) Costura de la tubería defectuosa. 5) Tubo defectuoso.
	Relacionados a la soldadura o construcción	6) Cordón de soldadura defectuoso. 7) Realización defectuosa de la soldadura. 8) Arrugas o dobleces en curvados (buckle). 9) Roscas estropeadas / tubos agrietados / fallas en acoples.
	Equipos	10) Fallas en los Empaques O-ring. 11) Fallas en dispositivos de alivio y/o control. 12) Fallas en la empaquetadura en sellos o bombas. 13) Otras fallas en equipos.
<b>Independientes del Tiempo</b>	Daños mecánicos / Daños de tercera parte	14) Daño infligido por primera, segunda, o tercera parte (falla instantánea o inmediata). 15) Daño mecánico previo de la tubería (modo de falla retardado). 16) Vandalismo.
	---	17) Procedimientos operacionales incorrectos.
	Relacionadas con el clima y fuerzas externas	18) Bajas temperaturas. 19) Rayos. 20) Lluvias fuertes o inundaciones. 21) Movimientos (deslizamientos) de tierra.
<b>Otros</b>	---	22) Desconocida.

Fuente: Norma ASME B31.8S.  
Traducción libre.

### 2.1.3. Reglamento de Seguridad

---

El Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM (Reglamento de Seguridad), es la norma que da lineamientos para la seguridad de todas las actividades de hidrocarburos, por lo cual, sus lineamientos también incluyen la actividad de transporte de hidrocarburos por ductos.

El artículo 3 “Glosario y Siglas” del Reglamento de Seguridad, define al Estudio de Riesgos de la siguiente manera:

***Estudio de Riesgos:** Aquél que cubre aspectos de Seguridad en las Instalaciones de Hidrocarburos y en su área de influencia, con el propósito de determinar las condiciones existentes en el medio, así como prever los efectos y las consecuencias de la instalación y su operación, indicando los procedimientos, medidas y controles que deberán aplicarse con el objeto de eliminar condiciones y actos inseguros que podrían suscitarse.*

(subrayado agregado).

MINEM (2007a)

Como se muestra en la cita anterior, el MINEM propone que los aspectos de seguridad cubiertos en un Estudio de Riesgos deben tener el objeto de “*eliminar condiciones y actos inseguros*”, lo cual puede ser bastante oneroso (pudiendo volver una actividad impracticable), considerándose que es prácticamente imposible realizar alguna actividad que no conlleve algún riesgo.

El artículo 20 del Reglamento de Seguridad, señala el siguiente contenido, y condiciones, para los estudios de riesgos:

*“Artículo 20.- De los Estudios de Riesgos<sup>10</sup>*

*20.1 Las empresas autorizadas están obligadas a contar con un Estudio de Riesgos que haya sido elaborado de acuerdo a la normativa vigente y que contemple la evaluación de los riesgos que involucren a toda su actividad. La información contenida en el estudio de Riesgos y la implementación de las medidas de mitigación será de responsabilidad exclusiva de la empresa autorizada.*

---

<sup>10</sup> Artículo modificado por el Artículo 35 del Decreto Supremo N° 017-2015-EM.

20.2 *Los Estudios de Riesgos serán elaborados por personas inscritas en un registro implementado por OSINERGMIN.*

20.3 *El Estudio de Riesgos, deberá contener las siguientes consideraciones:*

- a. Descripción completa del proceso, analizando de manera sistemática cada una de sus partes.*
- b. Determinación de los probables escenarios de riesgo del establecimiento, incluyendo los riesgos por agentes externos.*
- c. Tiempo y capacidad de respuesta del propio establecimiento.*
- d. Tiempo, capacidad de respuesta y accesibilidad de apoyo externo como de las unidades del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.*
- e. El tipo, cantidad y ubicación del equipamiento de detección, alarma y control de Emergencias.*
- f. Clasificar el riesgo y evaluar los efectos a la vida, a la propiedad y al ambiente por ocurrencia de explosión de tanques, incendios, derrames y/o nubes de vapor (BLEVE, UCVE, Boilover, Slopover, Frothover), entre otros.*
- g. Acciones de mitigación cuando la probabilidad de ocurrencia de un suceso es alta y hace de una actividad un peligro.*
- h. Efectos climatológicos y de desastres naturales.*
- i. Protección de tanques y estructuras de los efectos del fuego.*
- j. Reserva y red de agua, así como sistemas fijos y manuales contra incendios.*
- k. Dispositivos operativos de la instalación, para paradas automáticas, venteo controlado, manual o automático.*
- l. Otros que determine el OSINERGMIN.*

20.4 *El Estudio de Riesgos deberá analizar detalladamente todas las variables técnicas y naturales, que puedan afectar las instalaciones y su área de influencia, a fin de definir los métodos de control que eviten o minimicen situaciones de inseguridad, incluyendo el dimensionamiento de los sistemas y equipos contra incendios. Las medidas de mitigación establecidas en el Estudio de Riesgos serán de obligatorio cumplimiento.*

20.5 *La Empresa Autorizada está obligada a actualizar el estudio de riesgos cada vez que se presenten condiciones o circunstancias que varíen los riesgos evaluados inicialmente en el mismo. Los plazos y condiciones para la actualización referida serán contemplados en los lineamientos que OSINERGMIN establezca para tal fin.*

20.6 *La Empresa Autorizada está obligada a comunicar a las autoridades competentes, tales como municipalidades, gobiernos regionales, fiscalías, entre otros, así como a OSINERGMIN, los riesgos evaluados como consecuencia de la modificación del entorno de la*



*Instalación de Hidrocarburos, dentro de los veinte (20) días hábiles contados desde la fecha que tomó conocimiento de dicha modificación; a fin que las autoridades competentes adopten las acciones correctivas necesarias.”*

*MINEM (2007a)*

De lo anterior, más allá de indicar aspectos mínimos que los Estudios de Riesgos deben contemplar, se encuentra que el Reglamento de Seguridad da a Osinergmin la responsabilidad de establecer un registro de personas con las credenciales suficientes para elaborar un Estudio de Riesgos (con la asunción equivocada, de que una sola persona está en la capacidad de elaborar un estudio que identifique y evalúe los riesgos a los cuales una instalación está expuesta). Asimismo, se le da a Osinergmin el encargo de establecer los lineamientos para actualizar los estudios de riesgos.<sup>11</sup>

Cabe apuntalar que el alcance del Estudio de Riesgos señalado en el Reglamento de Seguridad se limita a las actividades de hidrocarburos en etapa de operación. Para las actividades previas a la operación (referidas a la construcción de las instalaciones) es de aplicación la Ley de Promoción de las Inversiones para el Crecimiento Económico y el Desarrollo Sostenible – Ley 30327, la cual dispone que Osinergmin dé una Opinión Técnica Previa, no vinculante, a los Estudios de Riesgos.

## **2.2. Particularidades del riesgo**

---

### **2.2.1. Definiciones “técnicas” del riesgo**

---

La Tabla 1 “Definiciones de Riesgo en las instituciones del Estado” expuesta en el Capítulo 1, muestra el poco consenso en la normativa peruana para la definición del término “riesgo”.

Esta falta de consenso también se da en el marco internacional, en el cual aparecen algunos matices al definir el término riesgo, los cuales son mostrados en la siguiente tabla:

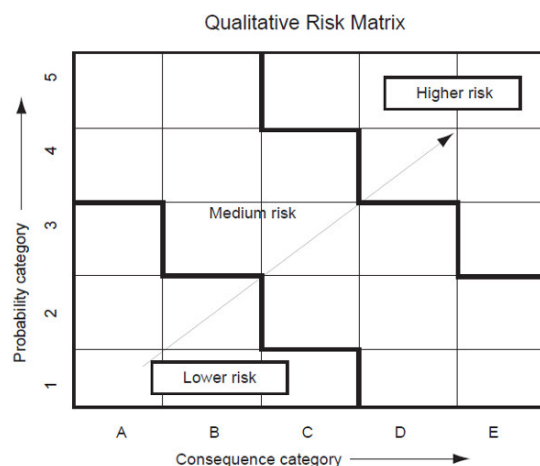
**Tabla 10: Definiciones de “riesgo”, según estándares internacionales**

---

<sup>11</sup> Cabe indicar que el año 2010, Osinergmin publicó el “Procedimiento de Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos”, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 240-2010-OS-CD.

REFERENCIA	ENUNCIADOS REFERIDOS A RIESGOS Y A SU ESTIMACIÓN	
	ORIGINAL	TRADUCCIÓN (LIBRE)
<b>Norma ASME B31.8S-2014: "Managing System Integrity of Gas Pipelines" ASME (2016b)</b>	<b>Definición de Riesgo</b> <i>"Measure of potential loss in terms of both the incident probability (likelihood) of occurrence and the magnitude of the consequences." (p. 41).</i>	Medida de una posible pérdida en términos de la probabilidad (posibilidad) de ocurrencia y la magnitud de las consecuencias
	<b>¿Cómo se estima?</b> <i>"Risk is typically described as the product of two primary factors: the failure likelihood (or probability) that some adverse event will occur and the resulting consequences of that event."</i> <i>"One method of describing risk is</i>	El riesgo generalmente se describe como el producto de dos factores principales: la posibilidad de falla (o probabilidad) de que un evento adverso ocurra y las consecuencias que resulten de dicho evento. Un método para describir el riesgo es
	$\text{Risk}_i = P_i \times C_i \text{ for a single threat}$ $\text{Risk} = \sum_{i=1}^9 (P_i \times C_i) \text{ for threat categories 1 to 9}$ $\text{Total segment risk} = P_1 \times C_1 + P_2 \times C_2 + \dots + P_9 \times C_9$	
	<b>Where</b> 1 to 9 = failure threat category C = failure consequence P = failure likelihood (p. 12)	<b>Donde</b> 1 to 9 = categoría de amenaza de falla C = consecuencia de la falla P = probabilidad de la falla. <u>Nota:</u> la norma ASME B31.8S señala 9 categorías de amenaza, las cuales deben ser consideradas al evaluar la integridad de los ductos.
<b>Risk-based Inspection API Recommended Practice 580 API (2016)</b>	<b>Definición de Riesgo</b> <i>"Combination of the probability of an event and its consequence. In some situations, risk is a deviation from the expected. When probability and consequence are expressed numerically, risk is the product" (p. 6).</i>	Combinación de la probabilidad de un evento y su consecuencia. En algunas situaciones, el riesgo es una desviación de lo esperado. Cuando la probabilidad y la consecuencia se expresan numéricamente, el riesgo es el producto".
	<b>¿Cómo se estima?</b> <b>"Risk = Probability x Consequence"</b> <i>it is now possible to calculate the risk for each specific consequence. The risk equation can now be stated as:</i> <b>Risk of a specific consequence = (Probability of a specific consequence) x (Specific Consequence)</b> <i>The total risk is the sum of the individual risks for each specific consequence. Often one probability/consequence pair will be dominant and the total risk can be approximated by the risk of the dominant scenario." (p. 27).</i>	<b>Riesgo = Probabilidad x Consecuencia</b> Es posible calcular el riesgo para cada consecuencia específica. La ecuación de riesgo puede establecerse como: <b>Riesgo de una consecuencia específica = (Probabilidad de una consecuencia específica) x (Consecuencia específica)</b> El riesgo total es la suma de los riesgos individuales de cada consecuencia específica. Con frecuencia, un par de probabilidad/consecuencia será dominante y el riesgo total puede ser aproximado por el riesgo del escenario dominante".

Para análisis cualitativos de riesgo, se expone como ejemplo la siguiente matriz:



(API, 2016, p. 29).

**Risk management – Principles and guidelines (ISO, 2009)**

**Definición de Riesgo**

*“effect of uncertainty on objectives”*

*“NOTE 1 An effect is a deviation from the expected — positive and/or negative.*

*“NOTE 2 Objectives can have different aspects (such as financial, health and safety, and environmental goals) and can apply at different levels (such as strategic, organization-wide, project, product and process).*

*“NOTE 3 Risk is often characterized by reference to potential events<sup>12</sup> and consequences<sup>13</sup>, or a combination of these.*

*“NOTE 4 Risk is often expressed in terms of a combination of the consequences of an event (including changes in circumstances) and the associated likelihood of occurrence.*

*“NOTE 5 Uncertainty is the state, even partial, of deficiency of information related to, understanding or knowledge of an event, its consequence, or likelihood.” (pp. 1 y 2).*

**¿Cómo se estima?**

*level of risk:*

*“magnitude of a risk or combination of risks, expressed in terms of the combination of consequences and their likelihood”. (p. 6)*

**Efecto de la incertidumbre en los objetivos"**

NOTA 1 Un efecto es una desviación de lo esperado - positivo y/o negativo.

NOTA 2 Los objetivos pueden tener diferentes aspectos (financieros, de salud y seguridad y medioambientales) y pueden aplicarse a diferentes niveles (estratégicos, de toda la organización, proyecto, producto y proceso).

NOTA 3 El riesgo a menudo se caracteriza por la relación de eventos posibles y consecuencias, o de una combinación de estos.

NOTA 4 El riesgo a menudo se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluidos los cambios en las circunstancias) y la probabilidad de ocurrencia asociada.

NOTA 5 La incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia en la información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o probabilidad".

**Nivel de Riesgo:**

Magnitud de un riesgo o combinación de riesgos, expresado en términos de la combinación de las consecuencias y su probabilidad

<sup>12</sup> El numeral 2.17 de la Norma ISO 31000 define a un evento como: ocurrencia o cambio de un conjunto particular de circunstancias (*event: occurrence or change of a particular set of circumstances*).

<sup>13</sup> El numeral 2.18 de la Norma ISO 31000 define consecuencia como el resultado de un evento que afecta los objetivos (*consequence: outcome of an event affecting objectives*).

**Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CPQRA)**  
**Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers**

**AICHE (2000)**

### Definición de Riesgo

*"A measure of human injury, environmental damage or economic loss in terms of both the incident likelihood and the magnitude of the loss or injury".*

(AICHE, 2000, p. 6).

### ¿Cómo se estima?

*"Combines the consequences and likelihood of all incident outcomes from all selected incidents to provide one or more measures of risk. It is possible to estimate a number of different risk measures from a given set of incident frequency and consequence data, and an understanding of these measures is provided. The risks of all selected incidents are individually estimated and summed to give an overall measure of risk" (p. 11).*

Una medida de una lesión humana, daño ambiental o pérdida económica en términos de la probabilidad de un incidente y la magnitud de la pérdida o daño.

Combina las consecuencias y la probabilidad de todas las consecuencias de los incidentes de todos los incidentes seleccionados brinden una o más medidas de riesgo. Es posible estimar una cantidad de medidas de riesgo diferentes a partir de un conjunto dado de frecuencia de los incidentes y datos de las consecuencias, y se proporciona una comprensión de estas medidas. Los riesgos de todos los incidentes seleccionados se estiman individualmente y se suman para dar una medida total del riesgo.

**Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos – Sexta Edición**  
**(Guía del PMBOK)**

**Entidad: Project Management Institute**

**PMI (2017)**

### Definición de Riesgo

*"Evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto." (p. 724).*

### ¿Cómo se estima?

Se define, entre otros métodos, la "Matriz de probabilidad e impacto". Este estándar propone el siguiente ejemplo:

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	Probabilidad
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
Impacto negativo						Impacto positivo							

(PMI, 2017, p. 408)

### 2.2.2. Qué es un “Peligro”

El peligro puede ser definido como “*una condición o acto capaz de causar daño a una persona, propiedad o proceso. Los peligros pueden ser mecánicos, eléctricos, físicos, químicos, ergonómicos, biológicos, locativos, socioculturales, entre otros.*”<sup>14</sup>

Otra definición puede ser la de “*source of potential harm*” (fuente de daño potencial) debiéndose considerar que todo peligro es una potencial fuente de riesgo.<sup>15</sup>

Para nuestro entorno, el MEF ha realizado la siguiente clasificación de peligros, según sea su origen:

**Tabla 11: Clasificación de peligros, por origen**

Peligros de origen natural	Peligros de origen socionatural	Peligros de origen antrópico
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sismos</li> <li>■ Tsunamis</li> <li>■ Heladas</li> <li>■ Erupciones volcánicas</li> <li>■ Sequías</li> <li>■ Granizadas</li> <li>■ Lluvias intensas que ocasionan inundaciones, avalanchas de lodo y desbordamiento de ríos, entre otros</li> <li>■ Vientos fuertes</li> <li>■ Movimientos o remoción de masa*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inundaciones (relacionadas con deforestación de cuencas por acumulación de desechos domésticos, industriales y otros en los cauces)</li> <li>■ Movimientos o remoción de masas* (en áreas de fuertes pendientes o con deforestación)</li> <li>■ Desertificación</li> <li>■ Salinización de suelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Contaminación ambiental</li> <li>■ Incendios urbanos</li> <li>■ Incendios forestales</li> <li>■ Explosiones</li> <li>■ Derrames de sustancias tóxicas</li> </ul>

\* Los movimientos o remoción de masas de suelo o roca en el sentido de la pendiente de una ladera por acción de la gravedad pueden referirse a deslizamientos, derrumbes, huaicos y hundimientos, entre otros (PREDECAN, 2009).  
Elaboración propia basada en DGPM-MEF, 2007a.

(MEF, 2013, p. 31).

### 2.2.3. Frecuencia de ocurrencia

El numeral 3.6.15 del Standard ISO GUIDE 73 define la frecuencia como el número de eventos o resultados en una unidad de tiempo determinada.<sup>16</sup> De otro lado, la Norma ISO 31000 define probabilidad como la posibilidad de que algo suceda.<sup>17</sup> En ese sentido, el término “probabilidad” puede ser definido, medido o determinado de manera objetiva o subjetiva, cualitativa o cuantitativa, y puede ser descrita en términos

<sup>14</sup> Numeral 3.6 del “Procedimiento de Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos”, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 240-2010-OS-CD..

<sup>15</sup> Numeral 3.5.1.4 de la ISO Guide 73: 2009 “Risk Management – Vocabulary”.

<sup>16</sup> El numeral 3.6.15 del Standard citado indica lo siguiente: “*frequency: number of events or outcomes per defined unit of time*”.

<sup>17</sup> El numeral 2.19 del Standard ISO 31000 indica lo siguiente: “*likelihood: chance of something happening*”.

generales o matemáticos (como una probabilidad o como una frecuencia de ocurrencia en un período de tiempo).<sup>18</sup>

Al definir la frecuencia y las probabilidades de ocurrencia de un evento, es necesario considerar el periodo de retorno, el cual es explicado por el MEF (2013) de la siguiente manera:

*El periodo de retorno permite determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento [...]. La probabilidad de ocurrencia de un evento por lo general se determina por el periodo de retorno de manera inversamente proporcional. Así, si el periodo de retorno de un evento es 100 o 50 años, la probabilidad asignada de que ocurra en cualquier año dicho evento es de 1% y 2%, respectivamente... (p. 35)*

#### **2.2.4. Consecuencia**

---

Quizá porque parece obvio, el término “consecuencia” generalmente no es definido por las normas peruanas referidas a la seguridad. Por lo cual, para definir este término se ha recurrido a la Norma ASME B31.8S, la cual nos alcanza una definición aplicable al tema que nos ocupa:

*“Consequence: impact that a pipeline failure could have on the public, employees, property, and the environment.”<sup>19</sup>*

En ese sentido, desde el punto de vista de los riesgos (definidos como el producto de una consecuencia por su frecuencia de ocurrencia), se considerarán los impactos al ambiente, a la propiedad (de la empresa y de la población), y a las afectaciones a personas (tanto aquellas ajenas a la empresa, o terceros, como a sus propios trabajadores).

---

<sup>18</sup> La Nota 1 del numeral 2.19 de la Norma ISO 31000 indica que: “In risk management terminology, the word “likelihood” is used to refer to the chance of something happening, whether defined, measured or determined objectively or subjectively, qualitatively or quantitatively, and described using general terms or mathematically (such as a probability or a frequency over a given time period).”

<sup>19</sup> Traducción libre: impacto que una falla en la tubería podría tener sobre el público, los empleados, la propiedad y el medio ambiente. (numeral 13 de la Norma ASME B31.8S).

### 2.2.5. Percepción del riesgo

---

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) define la percepción del riesgo como: “*stakeholder's view on a risk*”. En ese sentido, hay tantas perspectivas de un riesgo como *stakeholders* afectados (o que perciban ser afectados) haya (ISO, 2009, p. 4).<sup>20</sup>

El riesgo tiene mucho que ver con la percepción que se tenga del mismo. Oppenheimer et al. (2014) resaltan el aspecto emocional al percibir el riesgo, e indican los siguientes factores que moldean las percepciones del mismo:

- (a) interpretaciones de la amenaza incluyendo el entendimiento y conocimiento de la causa raíz del problema,
- (b) exposición a los eventos y experiencia personal con sus consecuencias negativas,
- (c) prioridades individuales,
- (d) sistema de valores en general.

(Oppenheimer et al, 2014, p. 1068).

La percepción del riesgo influencia las respuestas reales y potenciales al mismo. Así, las personas pueden ignorar un peligro relacionado con factores climáticos si éste no consigue provocar reacciones emocionales en ellas; de otro lado, si el pronóstico de un evento provoca fuertes emociones de miedo, las personas pueden sobre reaccionar o entrar en pánico.

Por esto, la información científica u “objetiva” no es la única que determina la percepción pública del riesgo; sino que ésta es producto de la interacción entre la información “objetiva” y los procesos psicológicos, sociales, institucionales y culturales que son en gran parte subjetivos. Este aspecto influye y aumenta la vulnerabilidad en el sentido que aparecen falsas percepciones de seguridad respecto a un riesgo determinado.

---

<sup>20</sup> La norma citada define a un *stakeholder* como “*person or organization that can affect, be affected by, or perceive themselves to be affected by a decision or activity*”.

Es necesario reconocer que las preocupaciones diarias y la satisfacción de las necesidades básicas pueden ser más apremiantes que la toma de acciones para abordar los factores de riesgo a mediano o largo plazo (como el cambio climático, por ejemplo), y que las personas guían la atención principalmente hacia los eventos que amenazan su orden social preferido (Oppenheimer et al, 2014, p. 1069.)

#### **2.2.6. Tolerancia al riesgo**

---

La “tolerancia al riesgo” (*risk tolerance*), según el Project Management Institute (PMI), es “*the degree, amount, or volumen of risk that an organization or individual will withstand*”.<sup>21</sup>

De otro lado, desde el punto de vista de la consecución de los objetivos de los *stakeholders* o de una organización, la “tolerancia al riesgo”, es definida como: “*organization's or stakeholder's readiness to bear the risk after risk treatment in order to achieve its objectives*”.<sup>22</sup>

En ese sentido, la “tolerancia al riesgo” se entenderá como el nivel de riesgo que una parte afectada tolerará, en la medida de que se haya realizado alguna medida para reducirlo. Lo indicado por la ISO, de alguna manera asume que una (o varias) de las partes envueltas tomará(n) alguna(s) medida(s) de tratamiento del riesgo.

Sobre lo anterior, se debe considerar que a menores sean los objetivos que un *stakeholder* se proponga (o a medida que su horizonte de evaluación sea de corto plazo), mayor será su tolerancia al riesgo, y menores serán las medidas de tratamiento del riesgo que requiera.

De otra parte, no se debe perder de vista que la tolerancia al riesgo puede ser influenciada por requisitos legales o regulatorios que apunten a medidas de tratamientos del riesgo más exigentes, o más laxas (ISO, 2009, p. 9).

---

<sup>21</sup> Traducción libre: Grado, cantidad o volumen de riesgo que una organización o individuo soportará. PMI, 2013 (pág. 560).

<sup>22</sup> Traducción libre: Disposición de la organización o *stakeholders* para asumir riesgos, después del tratamiento de los mismos, con la finalidad de lograr sus objetivos. ISO, 2009 (pág. 9).



### 2.2.7. Aceptación del riesgo

---

El término “aceptación del riesgo” (*risk acceptance*), es definido por el PMI como “*a risk response strategy whereby the Project team decides to acknowledge the risk and not take actions unless the risk occurs*”.<sup>23</sup> La ISO complementa el término “aceptación del riesgo” definiéndolo como una “*informed decision to take a particular risk*” (ISO, 2009, p. 9).<sup>24</sup>

La definición de si corresponde o no aceptar un riesgo no es tan fácil de dilucidar, por ejemplo, en la investigación dirigida por Oppenheimer, al analizar si la ciencia puede proveer una respuesta a la pregunta ¿cuánto calentamiento global es aceptable?, se indica que, si bien la ciencia puede proveer información que ayude a la sociedad a tomar una decisión, la respuesta es, en última instancia, subjetiva, dependiendo de los valores y la cultura, así como de factores socioeconómicos y psicológicos, que influyen en cómo las personas perciben el riesgo. Definir un nivel de impacto inaceptable no sólo depende de los hechos, sino de cómo nos sentimos respecto a tales hechos. (Oppenheimer et al, 2014, p. 1047).

La ciencia puede, por ejemplo, cuantificar las pérdidas monetarias si las olas de calor son más frecuentes, pero la “*aceptación*” depende de cómo cada comunidad valora esas pérdidas. Definir qué es aceptable resulta más complejo cuando hay que evaluar la pérdida de vidas y aún más cuando se trata de daños a las generaciones futuras. Estas son propuestas de valor altamente emocionales y controvertidas en las cuales a la ciencia sólo le quedaría informar, no decidir. (Oppenheimer et al, 2014, p. 1047).

Sobre este punto, es necesario subrayar lo indicado por la ISO: que la aceptación de un riesgo proviene de una decisión informada. No es tan fácil, en la práctica, conseguir que todas las personas expuestas a un riesgo estén debidamente informadas acerca de la magnitud del mismo.

---

<sup>23</sup> Traducción libre: Estrategia de respuesta al riesgo, según la cual el equipo de un proyecto decide tomar conocimiento del riesgo y no tomar medidas a menos que el riesgo ocurra. PMI, 2013 (pág. 559).

<sup>24</sup> Traducción libre: Decisión informada de tomar un riesgo particular.

### **2.2.8. Condición cambiante de los riesgos**

---

Es preciso poner el énfasis necesario en la condición cambiante de los riesgos. El entorno cambia, los riesgos también.

Algunos riesgos pueden ser controlados, pero nuevos riesgos pueden emerger. Y a veces, nuestras acciones para mitigar un riesgo pueden producir nuevos riesgos que vuelvan una situación más compleja de lo que era inicialmente.

La PCM (2014), describe este aspecto de la siguiente manera:

*El riesgo, producto de la interacción de los factores de peligros y vulnerabilidad, es dinámico y cambiante en la medida en que también lo son, los factores que lo producen. No podemos describir un escenario de riesgo como algo estático, sino que tenemos que describirlo como un proceso siempre en movimiento, en vías de actualización. (p. 24)*

Este aspecto cambiante, debe ser considerado al gestionar los riesgos que puedan afectar a un proyecto. Pero también debe ser considerado al evaluar cómo los cambios de una situación en particular podrían acarrear modificaciones en los riesgos a la sociedad, y a los objetivos planteados por el Estado.

## **2.3. Construcción social del riesgo**

---

### **2.3.1. Desastre vs. Víctimas**

---

Es necesario mencionar que se ha evidenciado que hay un incremento en el número de desastres y en la magnitud de sus impactos. Sobre este tema, el MEF es consciente que el mayor número de afectados por los desastres está relacionado con “*prácticas sociales inadecuadas*”, y que, de algún modo, la sociedad, con sus decisiones “*va construyendo el desastre*”.

*“Las estadísticas revelan un incremento cada vez mayor de los desastres en el mundo y la magnitud de sus impactos humanos y económicos...”*

*“Estas cifras no necesariamente significan una mayor recurrencia o intensidad de peligros tales como inundaciones o sequías, entre otros. El desastre está relacionado directamente con la acumulación de prácticas sociales inadecuadas, algunas probablemente conscientes o producto de la necesidad, pero otras no; algunas debidas a que se ignoran las consecuencias negativas, pero otras son deliberadas. En ocasiones, no existen otras opciones para las poblaciones afectadas debido a la escasez de los recursos que manejan.*

*“En general, las decisiones sobre dónde localizamos los proyectos, las actividades productivas y las viviendas, entre otros, al igual que los niveles de vulnerabilidad de estos configuran el desastre futuro. El lector estará de acuerdo con que los desastres debidos a huaicos, deslizamientos, inundaciones o sismos son resultado, por ejemplo, de ubicar la infraestructura muy cerca al cauce del río o construirla sin considerar los reglamentos de diseño sismorresistente. De esta forma, la misma sociedad, con sus decisiones acerca de exposición y vulnerabilidad, va construyendo el desastre.”*

(MEF, 2013, pp. 13 y 14)

Es saludable que el MEF considere que los PIP pueden estar expuestos a peligros provenientes de su propia ubicación, y esperamos que esta tendencia se mantenga en el tiempo.

Asimismo, cabe incidir en la *“construcción social del riesgo de desastre”* explicada por el MEF (2013) como el proceso a través del cual *“los seres humanos, individual o colectivamente, consciente o inconscientemente, contribuyen a crear condiciones de riesgo frente a la posible ocurrencia de un evento de origen natural, socionatural o antrópico”* (p.14).

En ese sentido, un riesgo es el resultado de procesos sociales *“relacionados con los estilos y los modelos de desarrollo, decisiones en las intervenciones en el territorio (ocupación y uso), y los procesos de transformación social y económica en general”* (MEF, 2013, p.14).

Siguiendo lo indicado por el MEF (2013), en los elementos que definen el riesgo, se puede observar los siguientes factores que contribuyen a que el riesgo se construya socialmente:

- “- La exposición es el resultado de decisiones de localización de la población y actividades económicas en el área de impacto de un peligro.*
- “- La vulnerabilidad es netamente resultado de intervenciones de la sociedad que no toman en cuenta su nivel de exposición.*
- “- Los peligros tecnológicos o antrópicos y socionaturales son producto de la sociedad misma.*
- “- Los fenómenos naturales se transforman en peligros en la medida en que la sociedad se expone a ellos.”* (p.14)

La consideración de los factores mencionados en el texto anterior, plantea un cambio de enfoque en los Proyectos de Inversión Pública (PIP), el cual viene siendo considerado por el MEF al dar sus lineamientos en el diseño de proyectos.

En ese sentido, el MEF plantea que los formuladores y evaluadores de PIP:

*“...deben entender cómo las características y la dinámica de la sociedad (nivel cultural, desarrollo económico y políticas, entre otros) pueden generar nuevas o mayores condiciones de riesgo. Y que parte de los desastres ocurre, o se ve intensificada, por la acumulación de prácticas sociales inadecuadas, algunas probablemente son conscientes o producto de la necesidad, pero otras no. Algunas porque se ignoran sus consecuencias negativas y otras, deliberadas.*

*“En ciertas ocasiones no existen opciones mayores para las poblaciones afectadas debido a la escasez de los recursos que manejan. En la base de la existencia de condiciones de riesgo y desastre están múltiples relaciones que aumentan la fragilidad de las UP [Unidades de Producción] y, por ende, su vulnerabilidad frente a peligros diversos (de manera directa o porque transforman recursos ambientales en nuevos peligros). Todo esto determina que la sociedad construya o cree el riesgo de desastre.”*

(MEF, 2013, p.49).

Los daños que se puedan sufrir en un desastre no solo dependen de la magnitud de la amenaza natural, sino también de la vulnerabilidad de la sociedad expuesta a tal amenaza. De ahí se llegó a la fórmula ampliamente aceptada de que el riesgo es igual al producto de la vulnerabilidad y la amenaza (Campos et al, 2015, p. 56).

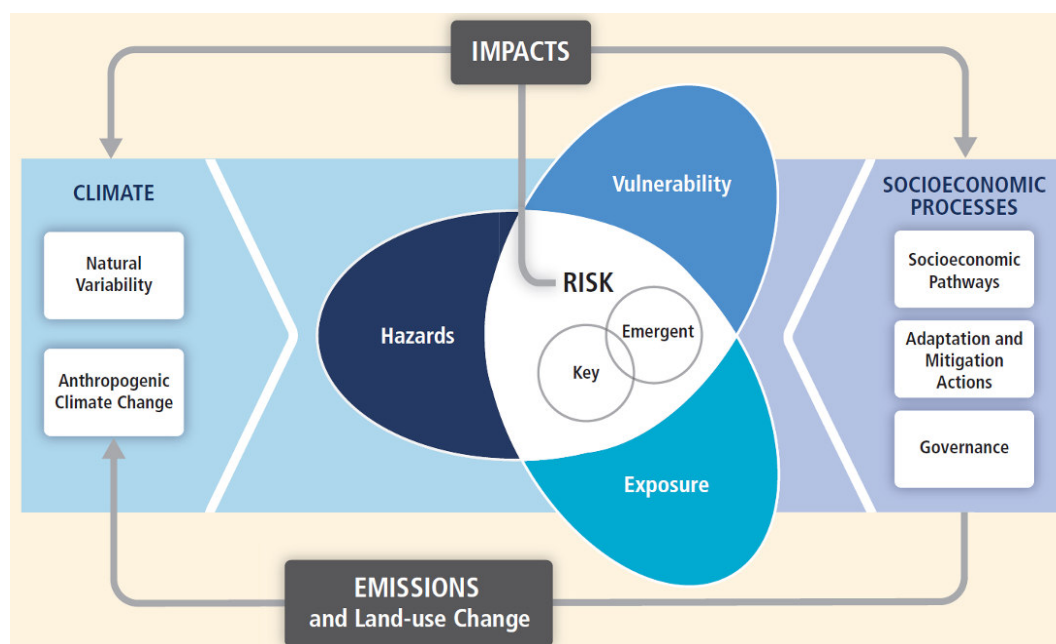
### **2.3.2. Perspectiva ambiental**

---

Según lo indicado por Oppenheimer et al (2014), se debe prestar atención a la interacción de las características físicas cambiantes del sistema climático con las características evolutivas de los sistemas socioeconómicos y biológicos (exposición y vulnerabilidad) para producir riesgos, debiendo considerarse que el cambio climático no es un riesgo *per se*, sino que los cambios climáticos y los peligros (*hazards*) a los que conlleva interactúan con la variación de la vulnerabilidad y la exposición de un determinado sistema, lo cual determina un nivel de riesgo cambiante (pp. 1046 y ss.).

Lo indicado es expuesto en el siguiente gráfico:

**Gráfico 4: Riesgos producidos por vulnerabilidad, exposición y sistema climático**



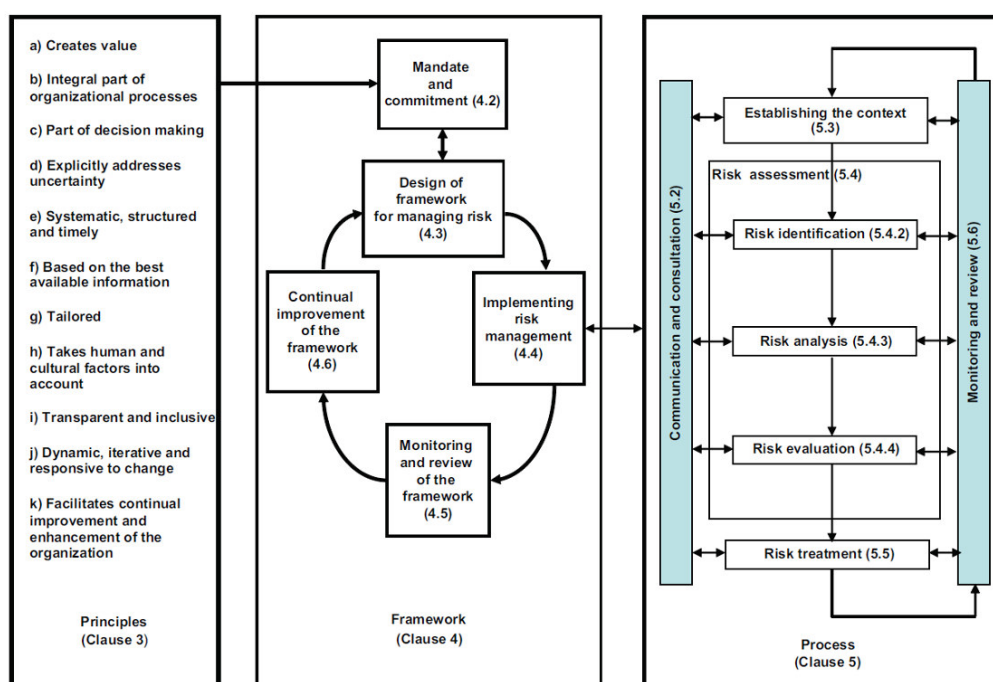
Fuente: Oppenheimer et al, 2014 (p. 1046).

Es pertinente indicar que los autores citados ponen relevancia en los Riesgos Clave o “*key risks*” (entendidos como aquellos con consecuencias potencialmente severas para las personas y los sistemas socio-ecológicos) y en los Riesgos Emergentes o “*emergent risks*” (definidos como aquellos que surgen de la interacción entre fenómenos de un sistema complejo).

## 2.4. Gestión del riesgo

La Norma ISO 31000 “Risk management – Principles and guidelines” expone un enfoque general de la gestión de riesgos, la cual es resumida en el siguiente gráfico:

**Gráfico 5: Relaciones del sistema de gestión de riesgos**



Fuente: Norma ISO 31000.

El gráfico muestra que, según la Norma ISO 31000, para que la gestión de riesgos sea efectiva debe contemplar los principios listados en la sección “Principles” y debe contar con un marco de gerenciamiento (Framework) que provea los lineamientos y disposiciones que lleven el gerenciamiento de riesgos a todos los niveles de la organización.

Es importante mencionar algunos de los principios más importantes de la gestión de riesgos:

- ✓ Creación de valor (*Creates value*): La gestión de riesgos Crea (y protege) el Valor de una institución, así como su reputación, y contribuye a demostrar el logro de objetivos y la mejora en el desempeño.
- ✓ Forma parte en la toma de decisiones (*Part of decision making*): La gestión de riesgos ayuda a los responsables de la toma de decisiones a elegir de

manera informada, a priorizar acciones y a distinguir diferentes alternativas de actuación.

- ✓ Se basa en la mejor información disponible (*Based on the best available information*): El proceso de gestión de riesgos toma las mejores fuentes disponibles de información, sin dejar de considerar las limitaciones en los datos, los modelos de cálculo, o las divergencias entre las fuentes consultadas.
- ✓ Adaptada (*Tailored*): La gestión de riesgos debe ser desarrollada “a la medida” de la institución, y debe estar alineada a sus objetivos, cultura, organización, entorno, etc.

No se debe perder de vista que la Gestión de Riesgos es un proceso, y como tal debe ser mejorado de manera continua. Asimismo, la gestión de riesgos debe ser continuamente comunicada y monitoreada.

Los pasos del proceso de gestión de riesgos, bajo el marco de la norma ISO 31000 son:

- ✓ Establecimiento del Contexto (referido a los entornos interno y externo; así como a los objetivos, metas y criterios de la gestión de riesgos).
- ✓ Identificación de los peligros y riesgos.
- ✓ Análisis del Riesgo (determinación del riesgo en términos de frecuencia y consecuencia)
- ✓ Evaluación de Riesgos (definición de si el riesgo debe ser mitigado y cuál debe ser su prioridad de atención)
- ✓ Tratamiento de Riesgos (selección de una o más alternativas para mitigar los riesgos e implementación de dichas alternativas).

Cabe apuntalar que la definición del nivel de riesgo aceptable debe realizarse al iniciar el proceso de gestión de riesgos.

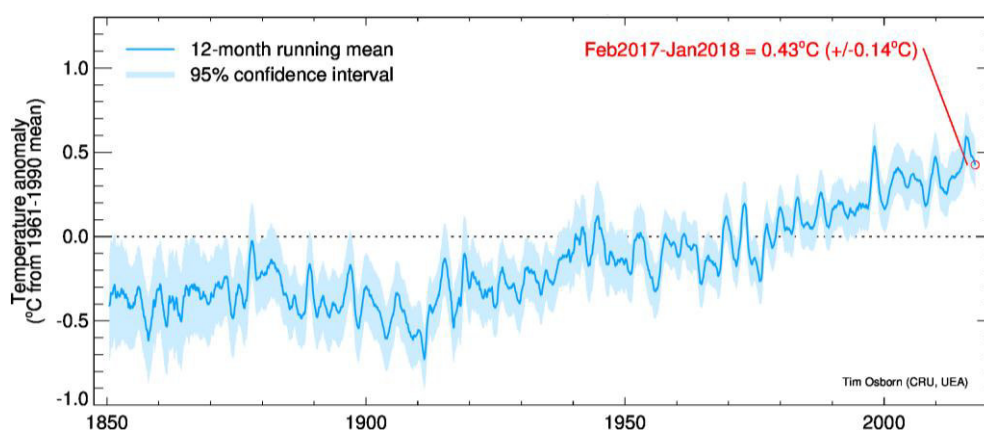
## 2.5. El entorno

### 2.5.1. El cambio climático

#### a) El cambio climático en el contexto global

Que el cambio climático afectará nuestro planeta es casi un consenso, la variación de la temperatura contribuye a evidenciar esta situación:

**Gráfico 6: Variación de la temperatura, promedio móvil 12 meses (1850 – 2018)**



Fuente: Hadley Centre for Climate Change.

Archivo: Temperature timeseries: 12-month running means Temperature.

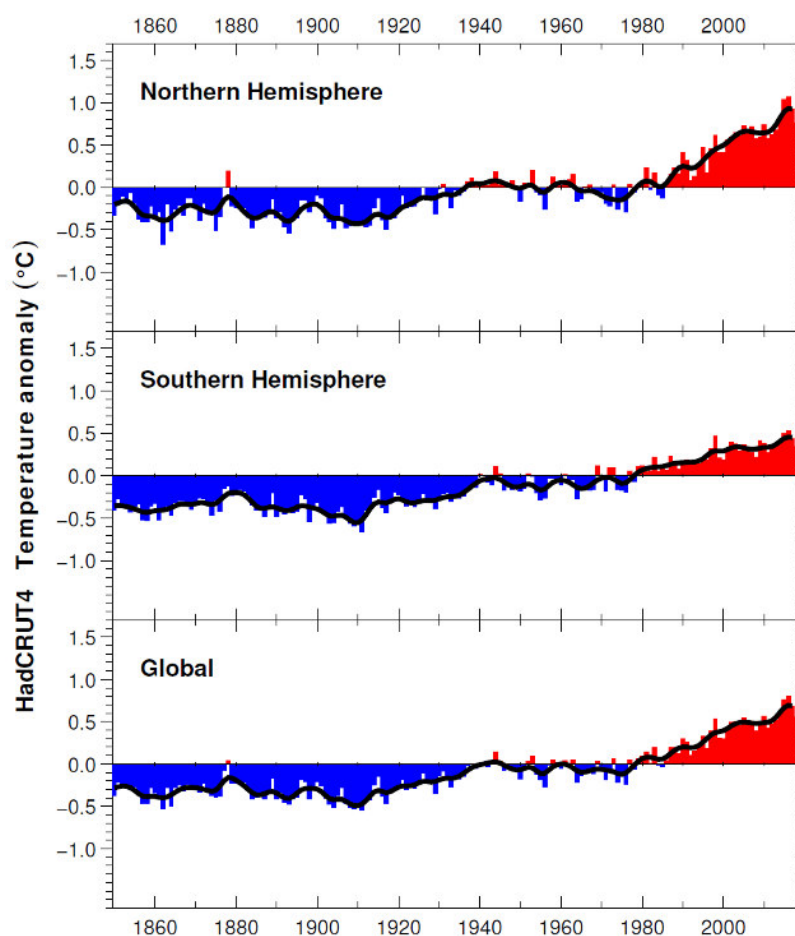
Disponible en: [https://crudata.uea.ac.uk/~timo/diag/tempts\\_12monrunning\\_sh.png](https://crudata.uea.ac.uk/~timo/diag/tempts_12monrunning_sh.png)

Al analizar, las variaciones de temperatura por hemisferio, se puede apreciar con mayor claridad, el calentamiento del planeta. El Gráfico 7 muestra las anomalías en la temperatura tanto en el hemisferio norte como en el sur. Las tendencias mostradas grafican el incremento constante de la temperatura en ambos hemisferios del planeta, en un periodo de varias décadas, lo cual nos indica que no es un fenómeno aislado sino duradero y debe ser un factor de riesgo a considerar en cualquier evaluación de riesgo que se realice a futuro.

El cambio climático amenaza la Seguridad Humana porque socava los medios de subsistencia, compromete la cultura y la identidad individual, aumenta la migración de personas que preferirían haberla evitado, y debilita la capacidad de los estados de proporcionar las condiciones necesarias para la seguridad humana.



**Gráfico 7: Anomalías de la temperatura, por hemisferio (1850 – 2018)**



Fuente: Hadley Centre for Climate Change.  
 Archivo: Temperature: Hemispheric & global means: 1850-23.02.2018.  
 Disponible en:  
<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/HadCRUT4.pdf>

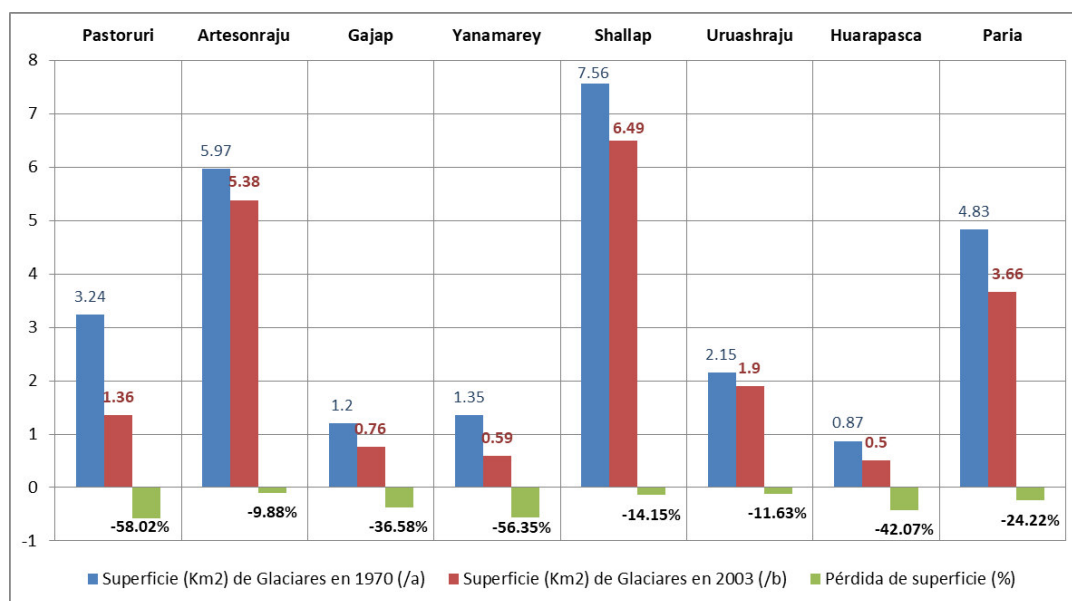
Los cambios en el clima pueden influir en algunos o todos los factores al mismo tiempo. Las situaciones de inseguridad aguda, como la hambruna, el conflicto y la inestabilidad sociopolítica, casi siempre emergen de la interacción de múltiples factores. Para muchas poblaciones que ya están socialmente marginadas, la Seguridad Humana será menguada progresivamente, a medida que cambie el clima.

Asimismo, se debe considerar que los riesgos directos del cambio climático para la vida y los medios de subsistencia son bastante diferenciados según aspectos sociodemográficos, como la edad, la riqueza y el género (Adger, 2014, pp. 761).

## b) El cambio climático en el Perú

El cambio climático también tendrá consecuencias en nuestro país. Una de las evidencias más claras de estas consecuencias es la reducción de la superficie de los glaciares, la cual ha sido persistente durante las últimas décadas.

**Gráfico 8: Reducción de la superficie de los glaciares en la Cordillera Blanca (1970 – 2003)**



(/a) Inventario con fotografías aéreas.

(/b) Inventario con imágenes satelitales.

Fuente: INEI, 2013.

Elaboración propia.

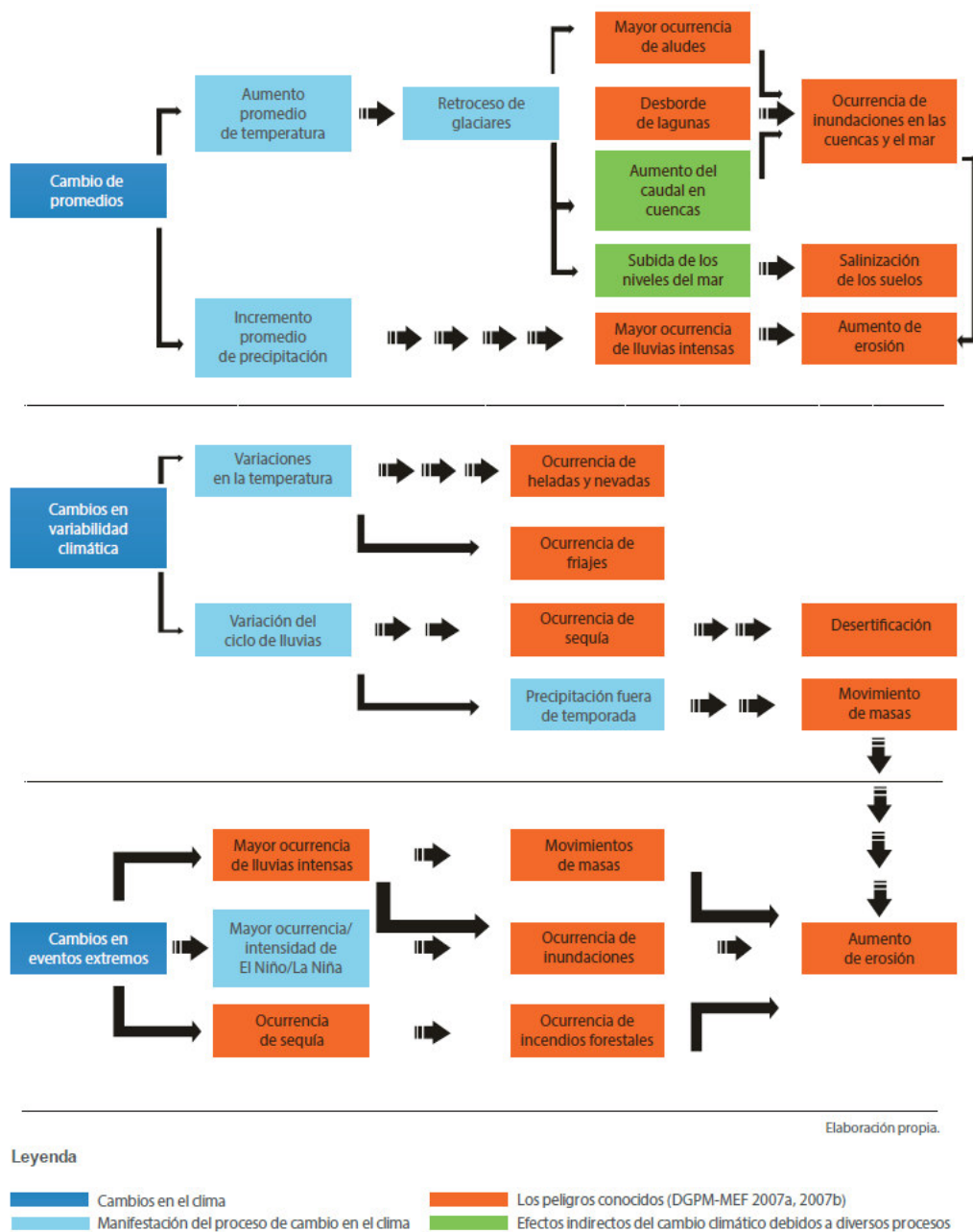
El Gráfico anterior muestra que la pérdida de superficie de los glaciares se encuentra entre el 10% y el 60%, la evidencia es contundente. Los impactos de esta afectación serían los siguientes:

- “...ante aumentos de temperatura los glaciares se derriten más rápido, lo que puede causar un incremento en el nivel de los océanos y generar inundaciones.” (INEI, 2013, p.405).
- “Las alteraciones del clima que se proyectan en el territorio peruano, y las condiciones o los escenarios que generan, son el aumento de la temperatura promedio, la mayor variabilidad del clima y los eventos extremos más frecuentes, intensos y/o duraderos.” (MEF, 2013, p.21).

- Los glaciares continuarán su retirada, e incluso desaparecerán. Se espera que esto ocurra durante los próximos 20 a 50 años. Después de ese período, se espera que la disponibilidad de agua durante los meses secos disminuya. (Magrin et al, 2014, p.1521).
- Se ha monetizado los impactos en actividades económicas asociadas al derretimiento de glaciares, encontrándose que representaría entre US \$ 212 millones y US \$ 1500 millones, sólo en el caso del sector eléctrico, debido a pérdidas en la generación de energía hidroeléctrica (Magrin et al, 2014, p.1521).

El Gráfico 9 ilustra la cadena de efectos del cambio climático, entre las cuales se puede mencionar: aumento de erosión, desertificación, erosión, salinización de suelos, entre otros.

Gráfico 9: Cadena de los efectos del cambio climático



Fuente: MEF, 2013 (p. 33).

El cambio climático también conlleva a impactos económicos a nivel microeconómico, las empresas y los hogares reaccionan a los cambios en los precios relativos, a nivel nacional e internacional. Ignorar estos efectos llevaría a estimaciones sesgadas de los impactos del cambio climático.

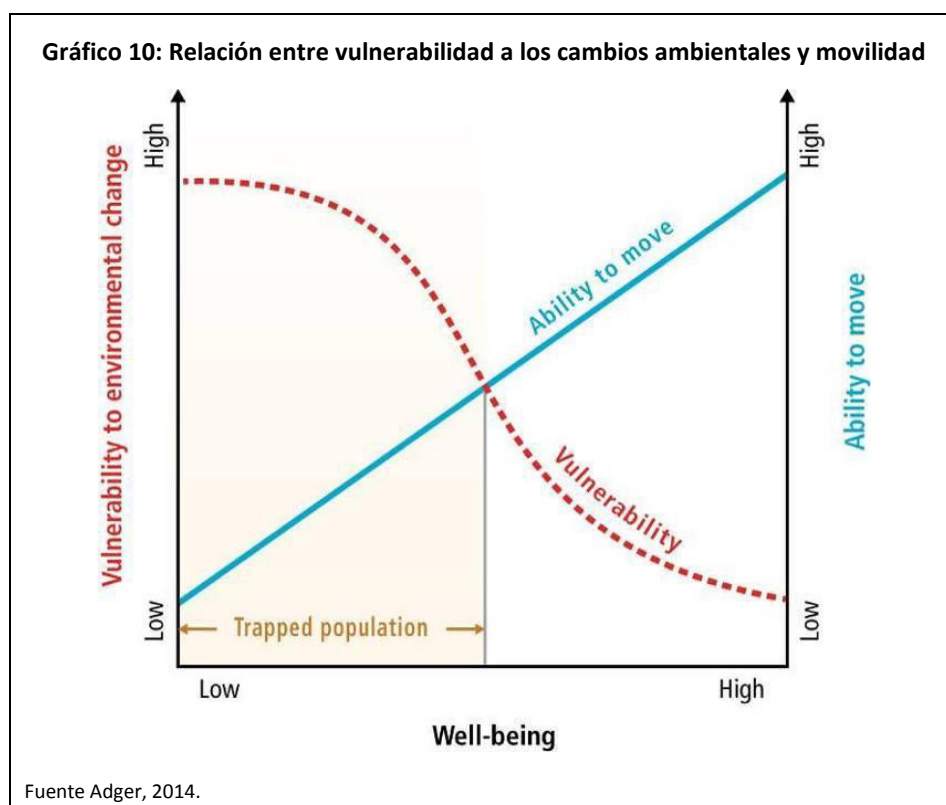
Arent et al (2014), describen tres canales a través de los cuales los impactos económicos se pueden difundir:

- i. Los productos de un sector son utilizados como insumos para otros sectores (Ejemplo: un cambio en la producción de los cultivos afectaría a la industria de procesamiento de alimentos);
- ii. La competencia de los productos por el presupuesto limitado de los consumidores (Ejemplo: Si los alimentos se encarecieran, un consumidor cambiaría a alimentos más baratos pero también gastaría menos dinero en otros bienes y servicios); y
- iii. Los sectores compiten por los factores primarios de producción (trabajo, capital, tierra, agua), en ese sentido, si, además de más fertilizantes e irrigación, se necesita más mano de obra en la agricultura para compensar una caída en los rendimientos de los cultivos, se dispone de menos mano de obra para producir otros bienes y servicios. (p.689).

### **c) La migración**

El desplazamiento responde a situaciones en las cuales las opciones son limitadas y el movimiento es impulsado por otros factores (como la pérdida de tierra por fenómenos climáticos, por ejemplo). El desplazamiento produce resultados positivos y negativos en los migrantes, transmitiéndose de manera indirecta las consecuencias del cambio climático en un lugar determinado a personas y lugares en las regiones en las cuales se recibe a los migrantes (Oppenheimer et al, 2014, p.1060).

Debe considerarse que la vulnerabilidad se correlaciona de manera inversa con la movilidad, así, los más expuestos y vulnerables son quienes poseen menos capacidad de migrar. Por lo tanto, habría mayor vulnerabilidad cuando se reducen y limitan las oportunidades de movimiento de las personas. Alternativamente, considerando los cambios ambientales, los hogares más vulnerables pueden usar la migración para afrontar dichos cambios, pero su migración es una respuesta de emergencia que crea una mayor vulnerabilidad, en vez de reducirla (Adger, 2014, p.767).



### 2.5.2. La vulnerabilidad

Las normas ISO definen vulnerabilidad como “*intrinsic properties of something resulting in susceptibility to a risk source that can lead to an event with a consequence*”.<sup>25</sup>

En ese sentido, la vulnerabilidad puede tener tanto componentes físicos (barreras de protección, quizá las más fáciles de implementar), como estructurales (a nivel de políticas) y sociales.

Los componentes sociales de la vulnerabilidad son diversos: pobreza, nivel socioeconómico, composición étnica, grupo etario, etc. Diversos grupos de la población pueden ser expuestos de manera diferencial a peligros asociados a cambios climáticos, por ejemplo, en las áreas urbanas los grupos marginados a menudo se establecen a lo largo de ríos o canales donde están altamente expuestos a peligros de inundación o aumento del nivel de agua (Oppenheimer et al, 2014, p. 1067).

<sup>25</sup> Traducción Libre: propiedades intrínsecas de algo que da lugar a la susceptibilidad a una fuente de riesgo que puede conducir a un evento con una consecuencia. ISO, 2009 (pág. 8).

La vulnerabilidad socioeconómica se define como “*pérdida de bienestar causada por el riesgo que proviene de la variabilidad del ingreso [...] Existe común acuerdo respecto a que variables como expectativas de vida, analfabetismo, y salud son dimensiones clave para medir el bienestar de un hogar...*” (Hench, 2010, p. 11).

#### a) Perspectivas de la Vulnerabilidad

En su investigación referida a la vulnerabilidad en Lima Metropolitana, Alegre y Bielich (2015), identificaron las siguientes tres perspectivas de pensamiento respecto a las vulnerabilidades de la ciudad de Lima:

**Tabla 12: Perspectiva cerrada, abierta e intermedia de la vulnerabilidad**

Perspectiva	Descripción
<b>CERRADA</b>	<p>Considera que la principal vulnerabilidad está asociada a desastres de origen natural, en particular, terremotos. Desde esta perspectiva, las vulnerabilidades se dividirían en tres grandes grupos: a) Calidad del suelo, b) Tipo de construcción (autoconstrucción), y c) Zonas no aptas para la vivienda.</p> <p>En esta perspectiva, el primer actor responsable es la población por habitar zonas de riesgo, puesto que <i>“la mayoría de zonas vulnerables son el resultado de invasiones, fue iniciativa de la población habitar un espacio no apto para la vivienda, con suelos defectuosos”</i>. La población también sería responsable por construir sus viviendas sin consultar, sin considerar algún manual de seguridad, en invasiones promovidas por traficantes de terrenos.</p> <p>El Estado sería un responsable de segundo orden que no se involucra en los procesos de asentamiento en zonas de alto riesgo, permitiendo que las personas establezcan sus viviendas en estos espacios. Un elemento relevante, relacionado con la gobernabilidad es <i>“La excesiva fragmentación a nivel de los distritos [la cual] no permite identificar a los responsables absolutos, y la responsabilidad se diluye entre muchas entidades competentes.”</i></p>

Perspectiva	Descripción
<b>ABIERTA</b>	<p>Esta perspectiva considera que las vulnerabilidades se encuentran asociadas a distintos riesgos, entre los cuales, los desastres de origen natural serían un factor de riesgo más, y no el único; así, se identifica vulnerabilidades de tipo: geográficas, económicas, sociales, políticas, institucionales, entre otras. Es una visión más amplia y, por ende, abarca más ámbitos de la vida de la ciudad.</p> <p><i>Bajo esta perspectiva, la principal vulnerabilidad de Lima sería de carácter ontológico y estructural: “Lima habría nacido como una ciudad precaria y esta condición se ha mantenido hasta la fecha (lo que lleva a pensar que las probabilidades de superar esta vulnerabilidad son muy lejanas).”</i></p> <p>Lo anterior se graficaría de la siguiente manera: “<i>si debido a un terremoto de grado 8 en Lima mueren 80.000 personas y en Santiago de Chile mueren 200 personas, entonces, el problema no es el terremoto, sino la [administración e institucionalidad de la] ciudad</i>”.</p> <p>Esta perspectiva también considera como una vulnerabilidad la carencia de institucionalidad, propia del Estado, que “<i>al manejar una visión cerrada y puntual, como la que asocia vulnerabilidad únicamente con terremotos, trabaja de manera limitada en la ciudad (lo que la vuelve más vulnerable)</i>”. En ese sentido, nuestras autoridades sólo identificarían algunos sectores de la ciudad como vulnerables, sin asumir los grados de vulnerabilidad de las personas, por lo que “<i>ante cualquier desastre, la ciudad colapsaría</i>”.</p> <p>Esta perspectiva permite anotar que “<i>la vulnerabilidad no está asociada únicamente a las zonas de mayor pobreza en Lima. Zonas habitadas por las clases media alta o alta son también vulnerables, como la Costa Verde... [lo cual] evidencia que la falta de educación no es necesariamente la razón por la cual las personas se sitúan en espacios riesgosos.</i>”</p> <p>Lo descrito en el párrafo anterior grafica la “<i>incapacidad de las personas de reconocer y aceptar la vulnerabilidad; por lo cual, la ignora y actúa consecuentemente</i>”.</p> <p>La perspectiva abierta es la que menos consenso tiene, siendo compartida mayormente por urbanistas y académicos urbanos. Lamentablemente, esta perspectiva no es considerada por el grupo de personas encargadas de la toma de decisiones, respecto a las políticas públicas referidas a gestión de riesgos y mitigación de vulnerabilidades.</p>
<b>INTERMEDIA</b>	<p>Asume la vulnerabilidad principalmente asociada a desastres de origen natural, pero reconoce otros aspectos importantes.</p>

Elaboración propia.

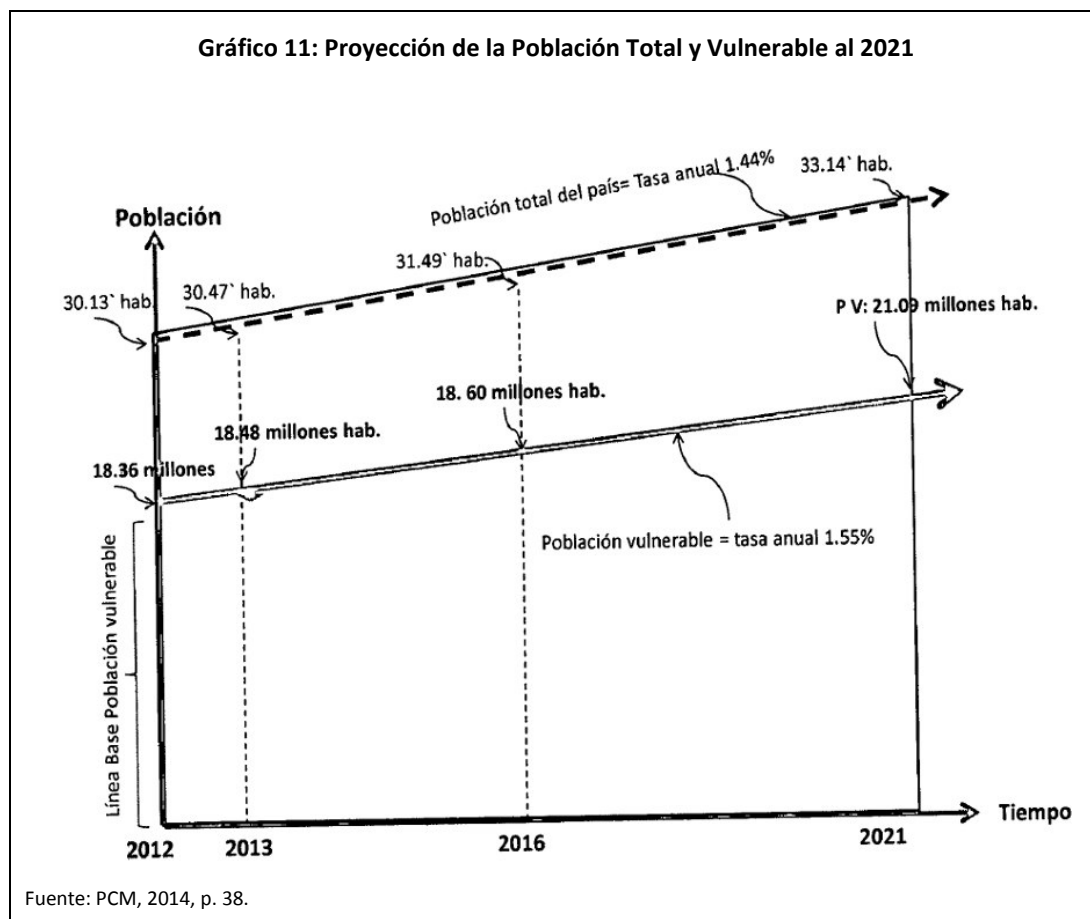
Fuente: Alegre y Bielich (2015).

El análisis expuesto en la tabla anterior, si bien está realizado para una ciudad como Lima, es aplicable a nuestro trabajo para expresar las distintas perspectivas de la vulnerabilidad, por parte de los grupos responsables de la toma de decisiones.



### b) Porcentaje de la población vulnerable

Se ha proyectado que la población vulnerable al año 2021 será de 21.09 millones de habitantes (lo cual representaría aproximadamente el 64% de la población total), según lo mostrado en el siguiente gráfico:



En el gráfico se señala que la tasa anual de crecimiento de la población vulnerable es de 1.55%, más acelerado que la tasa de crecimiento de la población cuya tasa es de 1.44%. Según lo proyectado, el porcentaje de la población vulnerable al año 2016 es del 59%, y, al año 2021, sería del 64% del total (si no se toman las acciones pertinentes).

Los criterios utilizados por la PCM para identificar y cuantificar a la población vulnerable a nivel nacional fueron los siguientes:

- i. Exposición de la población y sus medios de vida a los peligros originados por fenómenos naturales y los inducidos por la acción humana.

- ii. Localización de las provincias que presentan alto y muy alto riesgo.
- iii. Población que está en pobreza y extrema pobreza.
- iv. Evolución de la población afectada y damnificada por emergencias y desastres.

(PCM, 2014, p. 35).

### c) Porcentaje de la población ubicada en Áreas Vulnerables

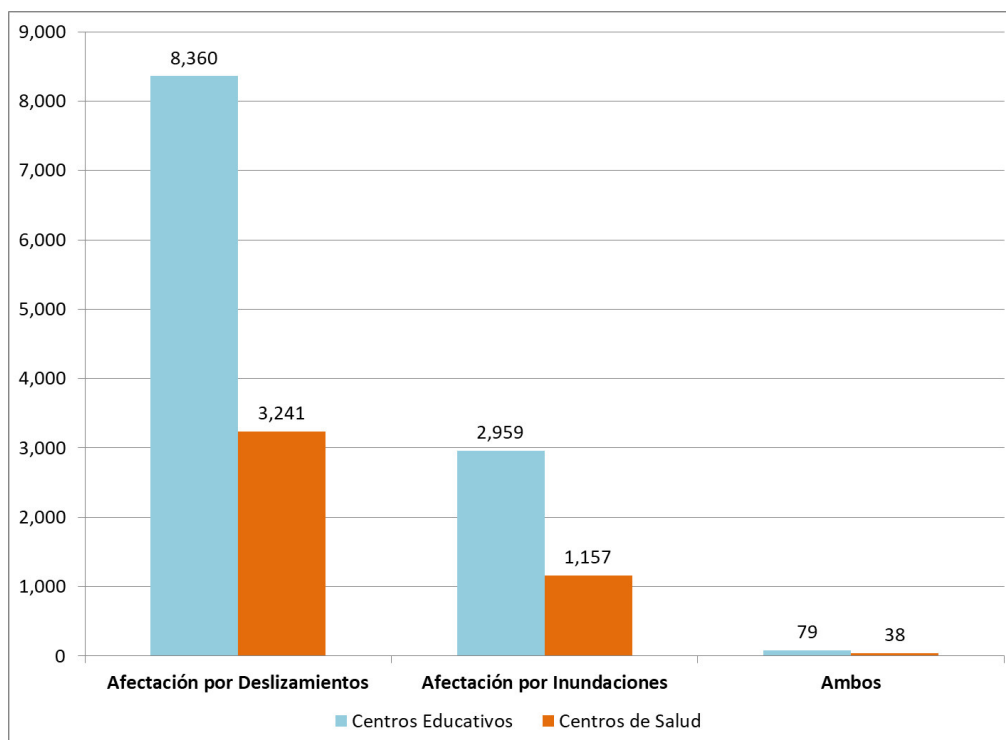
Los datos mostrados en el cuadro anterior guardan relación con lo indicado en el “Mapa de susceptibilidad física de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos externos” publicado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), el cual presenta los siguientes datos, correspondientes al año 2014:

**Tabla 13: Susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones (2014)**

	<b>Afectación por Deslizamientos</b>	<b>Afectación por Inundaciones</b>	<b>Ambos</b>
Centros Poblados	70,966	4,701	1,216
Viviendas	2,711,227	1,761,095	252,237
Población	8,376,458	6,935,079	935,693
Centros Educativos	8,360	2,959	79
Centros de Salud	3,241	1,157	38

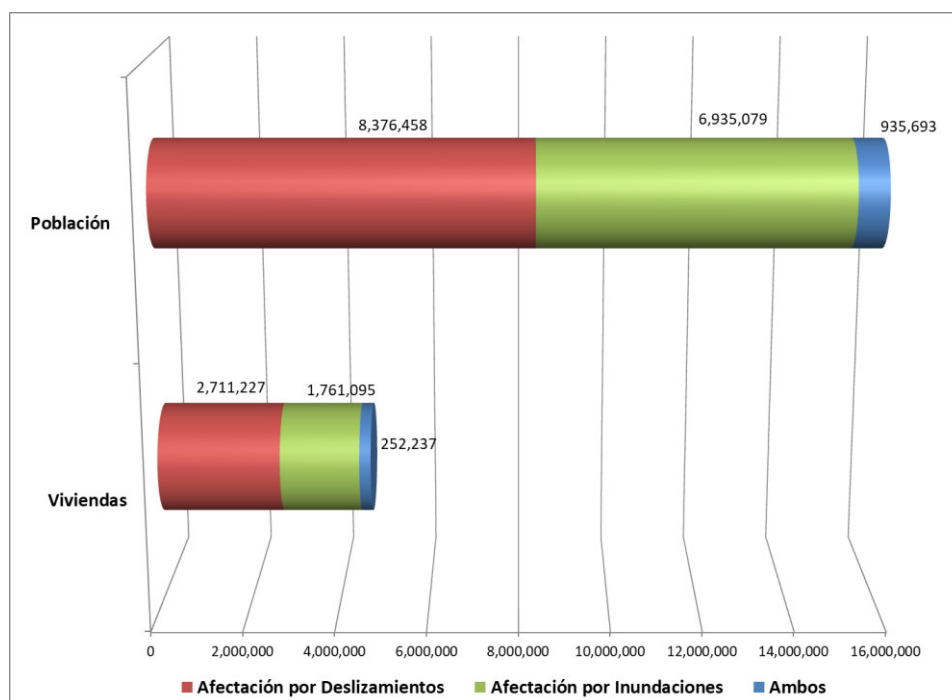
Fuente: MINAM (2014).

La afectación a centros educativos y centros de salud, frente a deslizamientos e inundaciones es graficada en las próximas líneas. Nótese que más de 11 mil instituciones educativas y más de 4 mil centros de salud, están expuestas a deslizamientos o inundaciones.

**Gráfico 12: Afectación por deslizamientos o inundaciones a centros educativos y de salud**

Fuente: MINAM - Mapa de susceptibilidad física de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos externos.  
Elaboración propia.

Asimismo, los datos del mapa de susceptibilidad muestran que más de 4 millones de viviendas y más de 14 millones de personas están expuestas a afectaciones por deslizamiento e inundaciones, lo cual nos indica la magnitud del número de personas ubicadas en Áreas Vulnerables

**Gráfico 13: Población y Viviendas afectadas por deslizamientos e inundaciones**

Fuente: MINAM (2014)  
Elaboración propia.

El porcentaje de la población ubicada en zonas expuestas a eventos extremos es bastante alta, el Ministerio del Ambiente (MINAM) señala que “*el 46 % del territorio nacional se encuentra en condiciones de vulnerabilidad alta a muy alta*” e indica que el 36% de la población nacional “*ocupa y hace uso de este espacio territorial*” (MINAM, 2016, pp. 155-156).

Así, si la población que ocupa zonas expuestas a eventos extremos representa el 36% de la población, el número de personas ubicadas en Áreas Vulnerables en el año 2016 sería de 11'335,905 (11 millones 335 mil 905).<sup>26</sup> La tasa de crecimiento de este número de personas, sería de 1.55% (la tasa anual de crecimiento de la población vulnerable).

#### **d) Actores locales de la gestión de riesgo**

Alegre et al (2015), identifican los principales actores vinculados a la gestión de los riesgos, por parte del sector estatal:

<sup>26</sup> 36% de 31'488,625, que es la población total del año 2016 (Fuente: PCM, 2014, p. 36).

**Tabla 14: Principales actores estatales de la gestión de riesgos**

SECTOR	ENTIDAD	OFICINA
Gobierno Central	Presidencia del Consejo de Ministros (PCM)	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres (Cenepred)
		Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci)
	Ministerio del Ambiente (Minam)	Dirección General de Ordenamiento Territorial
		Instituto Geofísico del Perú (IGP)
		Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)
	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)	Dirección General de Programas y Proyectos en Vivienda y Urbanismo
	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal)	

Fuente: Alegre et al (2015)

### 2.5.3. Los Proyectos de Inversión Pública

#### a) Consideración de la incertidumbre en los PIP

En toda proyección hay un rango de probabilidades de ocurrencia, el cual, a mayor sea el periodo de tiempo a estimar, tendrá un espectro de resultados más amplio, es decir, a más tiempo transcurra desde la ejecución de la proyección, más amplio será el margen de error en los valores proyectados. Esta variación respecto a lo proyectado, es conocida como incertidumbre.

La nueva tendencia en el MEF, incluye la incertidumbre en el análisis de riesgo (AdR) de los Proyectos de Inversión Pública (PIP):

*“Cuanto más distante sea el periodo a analizar, mayor será también la incertidumbre. Sin embargo, la incertidumbre no debe traducirse en indecisión sobre la inversión pública; sino que debe ser parte del AdR e incorporarse en el análisis de la rentabilidad social del PIP.” (MEF, 2013, p. 26).*

El MEF aporta al enunciar algunas de las consecuencias de la incertidumbre, así como sus causas, según lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 15: Causas de la incertidumbre en el contexto de cambio climático**

Causas	Consecuencias
<b>Escasa información</b>	Limitados datos históricos a escala local Limitaciones en la investigación y el conocimiento científico Proyecciones globales y regionales, no locales Escaso análisis de los impactos de los cambios Acumulación de mediciones e investigaciones muy reciente
<b>Sistemas complejos y caóticos</b>	Desconocimiento de las interrelaciones y los efectos de la interacción Procesos importantes a escala local no se expresan en los modelos globales Alta variabilidad territorial y climática (microclimas)
<b>Sesgos científicos y supuestos</b>	Difícil estimación de la futura emisión de gases de efecto invernadero Valores y resultados imprecisos Modelos conceptuales no incluyen todos los procesos y las interrelaciones relevantes
<b>Evaluación limitada</b>	Efectividad de las medidas de adaptación al CC no verificada

(MEF, 2013, p. 25).

#### **b) Consideraciones desde el punto de vista de los PIP**

Para el desarrollo de este trabajo, es pertinente identificar las amenazas que puedan afectar a un PIP, para lo cual se ha recurrido, entre otros, a la Directiva para la Formulación y Evaluación en el Marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, aprobada por Resolución Directoral N° 002-2017-EF/63.01 (Directiva 2), la cual, en su Anexo 1 “Contenido mínimo del estudio de preinversión a nivel de perfil” indica que entre los aspectos a considerar en un PIP a nivel de factibilidad, se debe considerar *“los [costos] asociados con las medidas de reducción de riesgos en contexto de cambio climático y con la mitigación de los impactos ambientales negativos”*.<sup>27</sup>

La Directiva 2 también establece que se debe evaluar los riesgos considerando el contexto del cambio climático, al realizar el análisis de sostenibilidad, e indica que las recomendaciones deben estar alineadas a la reducción o eliminación de riesgos, como mínimo, durante sus fases de ejecución y funcionamiento.

Algunos de los efectos del cambio climático sobre los PIP, identificados por el MEF, son expuestos en la siguiente tabla:

<sup>27</sup> Numeral 3.4.2 del Anexo 1 de la Directiva 2.

**Tabla 16: Principales relaciones entre el cambio climático y los PIP**

Efectos del cambio climático	Escenarios en los PIP	Efectos sobre los PIP
Intensificación de los eventos climáticos (lluvias intensas, sequías, asociadas o no al ENSO, heladas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los peligros asociados a fenómenos climáticos aumentan su frecuencia, intensidad y área de impacto</li> <li>Los peligros concatenados se incrementan (por ejemplo, movimientos de remoción de masa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayores y más frecuentes daños y pérdidas para las UP expuestas a dichos peligros y para sus usuarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necesidad de mayores medidas de reducción de los riesgos asociados a dichos peligros</li> </ul> </li> </ul>
Cambios en los regímenes de lluvias y disminución de las fuentes de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor disponibilidad de agua a futuro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor oferta de agua para consumo de la población y riego, y menor oferta de energía hidroeléctrica:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necesidad de mecanismos de regulación y almacenamiento de agua</li> <li>✓ Necesidad de mejoras y nuevas técnicas para uso eficiente de agua y energía</li> </ul> </li> </ul>
Pérdida de glaciares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimientos de remoción de masa debido a deshielos</li> <li>En corto y mediano plazo, mayor disponibilidad de agua, seguida por menor disponibilidad de esta debido al retroceso glacial total</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños y pérdidas en UP y sus usuarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necesidad de servicios de protección de las UP expuestas a los movimientos de remoción de masa</li> </ul> </li> <li>Menor oferta de agua para consumo de la población y riego, y menor oferta de energía hidroeléctrica:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necesidad de nuevas fuentes de agua, de servicios ambientales de regulación hídrica, de mecanismos de regulación y almacenamiento de agua</li> </ul> </li> </ul>
Cambios en los regímenes de lluvias  Incrementos en la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en los ecosistemas, la biodiversidad y la agrobiodiversidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos escenarios para PIP del sector agrario:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Menores beneficios por células de cultivo no aptas ante nuevas condiciones</li> <li>✓ Mayor necesidad de agua por incremento de la evapotranspiración en los cultivos</li> <li>✓ Mayor necesidad de servicios de sanidad ante aparición o incremento de enfermedades y plagas</li> </ul> </li> <li>Nuevos escenarios para PIP de apoyo al desarrollo productivo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mayores necesidades de asistencia técnica, y transferencia y adopción de nuevas tecnologías, entre otras</li> <li>✓ Mayor necesidad de investigación y desarrollo de tecnología</li> </ul> </li> <li>Nuevos escenarios para PIP de servicios turísticos en el segmento naturaleza por disminución del recurso turístico</li> </ul>
Incrementos en la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aparición e incremento de enfermedades de las personas</li> <li>Calor extremo que genera estrés térmico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos escenarios para PIP de salud:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incremento en la demanda de servicios</li> <li>✓ Necesidad de cambios en la cartera de servicios</li> <li>✓ Necesidad de redimensionamiento de servicios ante incremento de epidemias</li> </ul> </li> </ul>
Aumento del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosión de áreas costeras y reducción de áreas por intrusión de mar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños y pérdidas de infraestructura costera y de pesca artesanal:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necesidad de cambios en localización de infraestructura</li> </ul> </li> </ul>

(MEF, 2013, p. 24).

### c) Los PIP y la falta de planificación

El hecho que en la perspectiva del MEF (un organismo eminentemente técnico) los PIPs consideren la ubicación de los proyectos de inversión de cara al futuro es saludable. No obstante, no debemos perder de vista el enfoque político, que tolera y hasta promueve el uso de espacios poco seguros.

*“La construcción de infraestructura en zonas de riesgo resulta ser una estrategia controversial y discutible, pues genera ánimos de permanencia en lugares que no deberían estar habitados. Sin embargo, ¿cómo ignorar a quienes ya viven allí? Es una situación complicada, ya que las acciones que se pueden tomar para solucionarla implican aspectos perjudiciales: si se atiende a la población asentada en dichas zonas, se la está incentivando para que permanezca en estas; pero si no se la atiende, la autoridad estaría ignorando sus necesidades. Una tercera acción –más compleja y no asumida por el Estado– es la reubicación. Tanto desde la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) como desde el gobierno central se menciona la necesidad de reubicar a la población, pero ninguna entidad realiza alguna labor al respecto, lo que se debería a su elevado costo económico y social.” (Alegre y Bielich, 2015, p. 12).*

La evidencia muestra que, a nivel de los gobiernos locales, no se está buscando la eficacia en la orientación de los PIPs. Lo cual se debe, en parte, a la falta de planificación a nivel municipal.

*“En el nivel de los gobiernos locales, existen una serie de herramientas de planificación que deberían orientar la formulación de los PIP para contribuir a que estos tengan una mayor eficacia. Nos referimos a un conjunto de planes, requeridos por distintas normativas, pero que por lo general ni siquiera llegan a elaborarse. Peor aún, incluso cuando los planes existen, estos no son vinculantes para la inversión pública municipal, lo que significa que, en la práctica, los PIP no necesitan guardar ninguna consistencia con las prioridades y orientaciones contenidas en estas herramientas.*

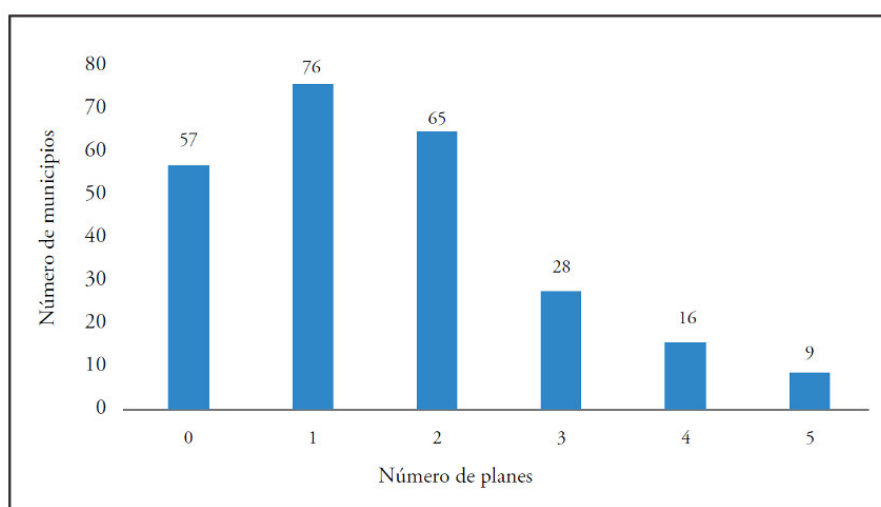
*“Por ejemplo, se supone que los planes más importantes, los que debe tener todo municipio, incluyen el Plan de Desarrollo Urbano (ordenamiento y zonificación del territorio), el Plan Vial (conectividad urbana), el Plan de Gestión de Riesgos (riesgos), el Plan de Acción Ambiental (áreas verdes) y el Plan de Ordenamiento Territorial (ocupación ordenada y sostenible del territorio). Como se indica en los paréntesis, estos planes son consistentes con las prioridades de la inversión pública urbana municipal... Sin embargo, ...solo 9 de los 251 distritos urbanos*



*que hemos estudiado contaban con los 5 planes en diciembre del 2014...”* (Espinoza y Fort, 2017, p. 51).

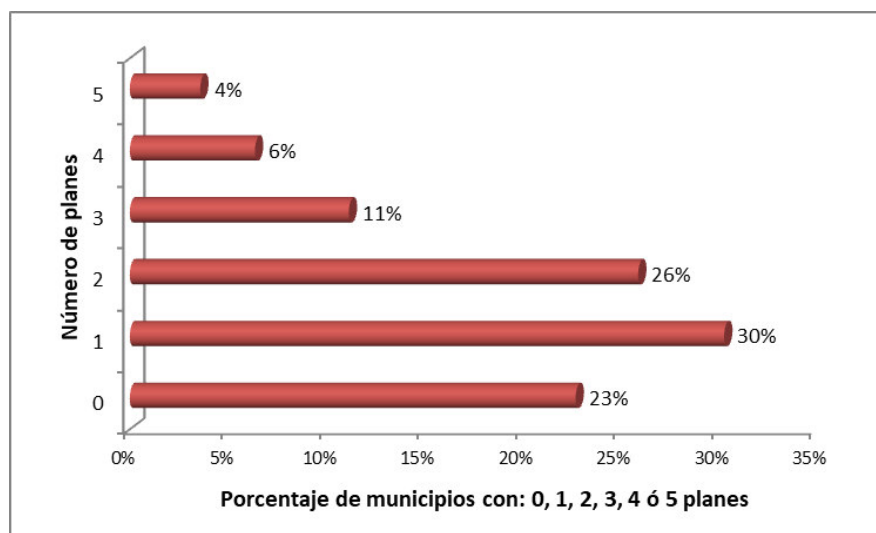
El siguiente cuadro muestra, de alguna manera, el nivel de planificación de nuestras municipalidades. Encontramos que más de la mitad de ellas tiene sólo uno (de cinco) o no tiene ningún plan para la ciudad:

**Gráfico 14: Frecuencia de municipios urbanos por número de planes vigentes**



Fuente: Espinoza y Fort, 2017.  
Elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra lo expuesto en el diagrama anterior, pero esta vez se indican los porcentajes. Como se puede apreciar, el 53% de los municipios no tiene ninguno, o sólo tiene un plan de los cinco que como mínimo debería tener. No se debe perder de vista que este análisis es a nivel urbano distrital de Lima, por lo cual se esperaría que el porcentaje alcanzado en otras regiones presente resultados más desfavorables.

**Gráfico 15: Clasificación de municipios, según el número de planes vigentes**

Fuente: Espinoza y Fort, 2017.  
Elaboración propia.

De lo expuesto, encontramos que sólo el 4% de los municipios cuenta con los 5 planes vigentes.

#### **d) La Inversión Pública de poca calidad**

Uno de los factores de evaluación de la calidad de la Inversión Pública (IP) es la capacidad de cerrar brechas de acceso a servicios e infraestructura. En ese sentido, tenemos inversión pública de baja calidad y proyectos que no apuntan a cerrar las brechas de acceso.

Uno de los resultados del análisis realizado por Espinoza y Fort (2017), para tres barrios urbanos vulnerables, describe lo señalado en el párrafo anterior, señalando que si seguimos como hasta ahora, se necesitaría, en promedio, 80 años para cerrar las brechas de infraestructura:

*“...si se calculan las brechas de infraestructura tomando como referencia el universo de pistas, escaleras y muros que necesita un territorio, encontramos déficits enormes, que superan, en promedio, el 80%. En un contexto como este, no sorprende que, al ritmo actual de ejecución de IP, el promedio de años que se necesitarían para cerrar estas brechas supere los 80.”* (Espinoza y Fort, 2017, p. 98).

Espinoza y Fort (2017) también apuntan el problema de la falta de eficacia de los proyectos realizados en barrios urbanos vulnerables, los cuales no cumplen la función para la cual fueron ejecutados:

*“...la mayoría de obras, aun las que están bien priorizadas [...], no cumplen a cabalidad con el objetivo para el que fueron diseñadas.*

*“Efectivamente: una mirada cuidadosa a la infraestructura existente en cada territorio estudiado muestra una abundancia de pistas parciales, escaleras que no llegan hasta la cima o muros de contención que solo aseguran parte de una vía vehicular.*

*“...Si se aplica este criterio de “integralidad” —opuesto a “fragmentación”— de las obras viales y de mitigación de riesgo existentes que coinciden con requerimientos de infraestructura de alta y media prioridad en las zonas seleccionadas, se encuentra que la situación descrita es muy común: la infraestructura ‘incompleta’ supera el 50% en la mayoría de los casos.” (pp. 106 y 107).*

(El subrayado es agregado)

Los autores mencionados, también se plantean las siguientes preguntas: “¿por qué el Estado invierte tanto en infraestructura poco prioritaria? ¿Por qué el Estado invierte en infraestructura ‘incompleta’?”. Y esbozan las siguientes respuestas:

*“...el sistema que produce proyectos de inversión pública (PIP) en [barrios marginales] no cuenta con ningún mecanismo que permita identificar y priorizar las inversiones de mayor impacto. Por el contrario, todos los incentivos del sistema actual parecen fomentar la dispersión de la IP [Inversión Pública] en proyectos desarticulados y de alcance local.*

*“De esta manera, la IP ejecutada se elabora principalmente guiada por la demanda, lo que implica que el Estado reduce al mínimo su capacidad de dirigir por dónde se orienta la inversión pública y, salvo excepciones, renuncia a proponer y promover sus propias ideas de proyectos para el distrito. Así, el municipio cede toda la iniciativa a los potenciales beneficiarios de la inversión pública, es decir, a los vecinos/electores...*

*“...el sistema de planificación existente no es vinculante con la IP, y el sistema de evaluación de PIP utilizado hasta fines del 2016, el SNIP, solo evaluaba la pertinencia de la IP en el nivel de tramos de infraestructura, pero no tenía una mirada sistémica del territorio. Si bien el nuevo sistema que regula la IP, Invierte.pe, pareciera estar diseñado para corregir algunos de*

*estos problemas estructurales de gestión, es aún muy temprano para evaluar si puede lograrlo en el nivel operativo.”* (Espinoza y Fort, 2017, pp. 141 y 142).

(El subrayado es agregado).

La propuesta planteada por Espinoza et al (2017) para revertir la situación esbozada, pasa *“por devolver la iniciativa de inversión al Estado, al menos desde un rol rector de esta”*. Sobre este aspecto, señalan lo siguiente:

*“...es imprescindible desarrollar herramientas básicas de evaluación de proyectos, ancladas en la realidad de cada distrito, que ayuden a los funcionarios municipales y a la población beneficiaria a priorizar y diseñar PIP con mayor potencial de impacto en el territorio.*

*“...la recuperación de la iniciativa del Estado... no debe ignorar las demandas que vienen del territorio, sino más bien orientarlas. Esto requerirá que el gobierno local incorpore una visión estratégica clara del territorio...”*

*“...resulta fundamental crear e implementar espacios y herramientas de planificación en los cuales la sociedad civil y el Estado puedan reunirse; de esta manera, se generarán ideas de proyectos desde una visión estratégica compartida, que agilice el cierre de brechas prioritarias en estos territorios.”* (Espinoza y Fort, 2017, pp. 142 y ss.).

#### **e) Inhibición de la IP de participar en barrios urbano-marginales**

Espinoza y Fort (2017) indican dos aproximaciones referidas a la emergencia de los barrios urbano marginales, la primera indica que *“los barrios populares son fenómenos transitorios característicos de economías de alto crecimiento, que atraen migración rural y presentan un proceso progresivo de transición intergeneracional hacia la vivienda formal”* (p. 112). Y, la segunda aproximación que señala que:

*“aun cuando la pobreza urbana es preferible a la pobreza rural —como evidencia la autoselección de los migrantes—, un conjunto de fallas de mercado y de política, así como las condiciones precarias de vida que impiden la formación de capital humano en estos espacios, inhiben la inversión pública y privada en el largo plazo, generando una forma de “trampa de pobreza” para la mayoría de sus habitantes”* (p.112).

Respecto a la “inhibición” de la Inversión Pública de participar en los barrios urbano-marginales, esta se debería a dos factores principales:

- “a) el alto costo por punto de retorno marginal (o baja tasa de retorno) de las inversiones necesarias en estos barrios, y
- “b) la falta de coordinación (problemas de acción colectiva) y brecha de gobernanza que caracteriza las relaciones políticas y sociales en estos espacios.” (Espinoza y Fort, 2017, p. 112).

Por ejemplo, para que un barrio marginal obtenga la formalización debe pasar por un proceso largo y tedioso. Las etapas del proceso de formalización de un Asentamiento Humano (AAHH), con algunas excepciones, suelen seguir la siguiente secuencia:

**Tabla 17: Etapas del proceso de formalización de un AAHH**

ETAPA	DESCRIPCIÓN	COMENTARIO
<b>Certificado de Posesión</b>	El AAHH obtiene un certificado expedido por la municipalidad distrital (Ley 28687), que en el caso de muchos municipios requiere la aprobación previa de un plano de lotización básico preparado por los habitantes del propio asentamiento (“plano visado”). El certificado de posesión permite acceder a servicios básicos de electrificación, agua y saneamiento, pero NO a otro tipo de proyectos de inversión pública —por ejemplo, pistas y veredas, muros de contención, etcétera—, y NO otorga título de dominio.	Antes de obtener este certificado un AAHH es considerado totalmente informal.
<b>AA. HH. “en proceso de formalización”</b>	El AAHH ha iniciado las acciones legales correspondientes para su titulación, pero no ha cumplido con todos los requisitos; por ejemplo, no ha cumplido con los requerimientos de mitigación de riesgos establecidos por Defensa Civil, o no ha concluido los procesos de prescripción adquisitiva, expropiación, conciliación, etcétera. Durante esta etapa, los AAHH sí pueden ser elegibles para recibir Proyectos de Inversión Pública de pistas y veredas, muros de contención, parques, etcétera, aunque existe un vacío legal que genera una variación significativa de criterios entre municipios.	AAHH en proceso de formalización, según el municipio, puede recibir inversión pública
<b>Titulación completa</b>	Una vez que el AAHH cuenta con sus títulos formales inscritos en Registros Públicos, es elegible para recibir todo tipo de inversión pública.	El AAHH es considerado formal.

Fuente: Espinoza y Fort, 2017 (p. 117).

Un importante problema a subrayar es que los Barrios Urbanos Marginales *“suelen contener amplios sectores que, simplemente, no existen para el Estado: más allá de la extendida ausencia de planos catastrales o inventarios de infraestructura pública, el problema empieza con la inexistencia de planos oficiales actualizados que registren la configuración urbana real.”* (Espinoza y Fort, 2017, p. 13).

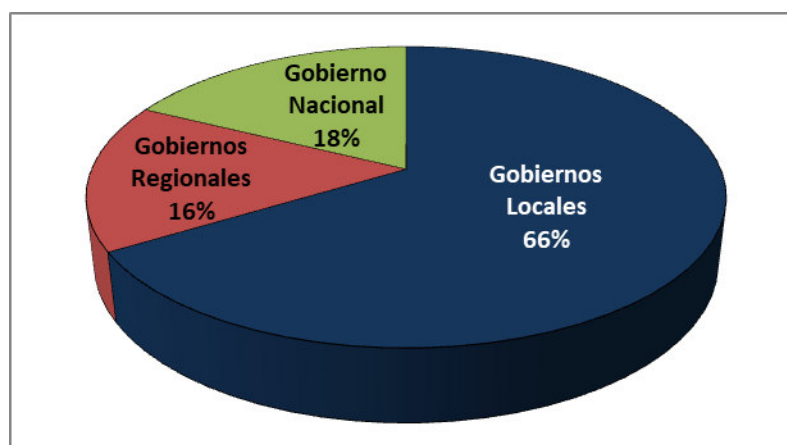
El hecho es que si bien hay zonas ocupadas de manera informal, sin ningún tipo de reconocimiento formal *“esto no borra el hecho de que dichos sectores están efectivamente urbanizados —a veces durante décadas— con viviendas de material noble, y cuentan con una población arraigada en el territorio”* (Espinoza y Fort, 2017, p. 13). Es decir, hay sectores de territorio en los cuales viven nuestros conciudadanos, aunque el Estado no los quiera visibilizar.

De otra parte, no puede dejar de subrayarse que la inversión pública urbana no considera la relevancia de la salud y la educación.

*“...los casos de educación y salud merecen una reflexión especial. Además de tener una importancia presupuestal innegable, el impacto de los colegios, hospitales y postas en la dinámica de las ciudades es muy importante: su ubicación y calidad influye en las decisiones de la población sobre dónde vivir, genera mucho tránsito de personas y crea condiciones para el desarrollo de centralidades en sus alrededores. Sin embargo, a diferencia de las otras categorías de inversión pública urbana, las decisiones de inversión en colegios y centros de salud no suelen tener como objetivo modificar la dinámica urbana de un territorio.”* (Espinoza y Fort, 2017, p. 38).

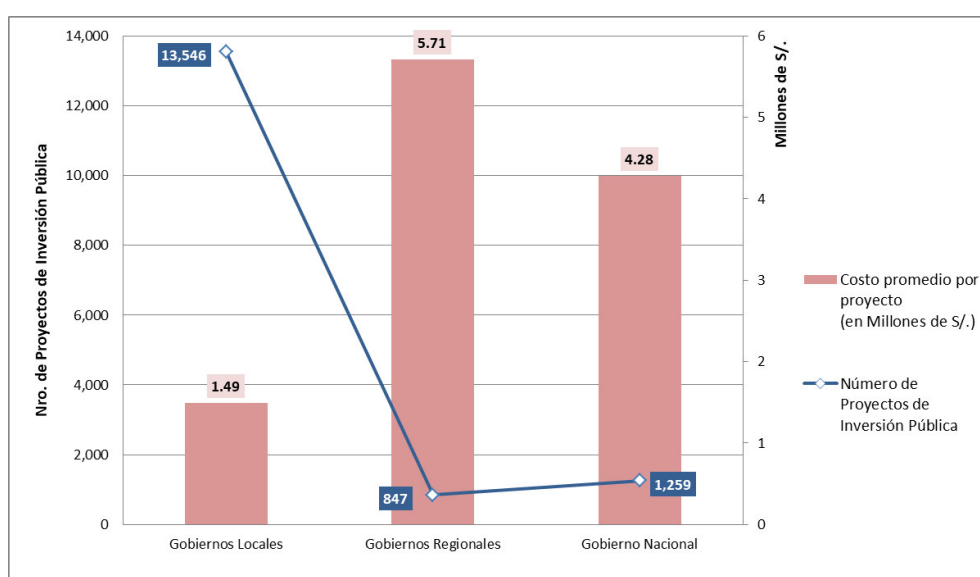
#### **f) Características de la IP en el Perú**

La Inversión Pública Urbana, entendida como *“la inversión pública en infraestructura y equipamiento urbano, sobre todo la orientada a mejorar la calidad de vida en los Barrios Urbanos Vulnerables”* (Espinoza y Fort, 2017, p. 33), en el Perú, es desarrollada en su mayor parte por los gobiernos locales (66%).

**Gráfico 16: Distribución de la IP urbana, según el nivel de gobierno (2011-2015)**

Fuente: Espinoza y Fort (2017)  
Elaboración propia.

Cabe señalar que si bien el mayor porcentaje de la inversión en Barrios Urbanos Marginales es realizada por los gobiernos locales, también es cierto que el costo promedio por proyecto ejecutado por dicho nivel de gobierno (1.49 Millones de Soles) es menor al costo ejecutado por los niveles de gobierno regional y nacional (5.71 y 4.28 Millones de Soles, respectivamente).

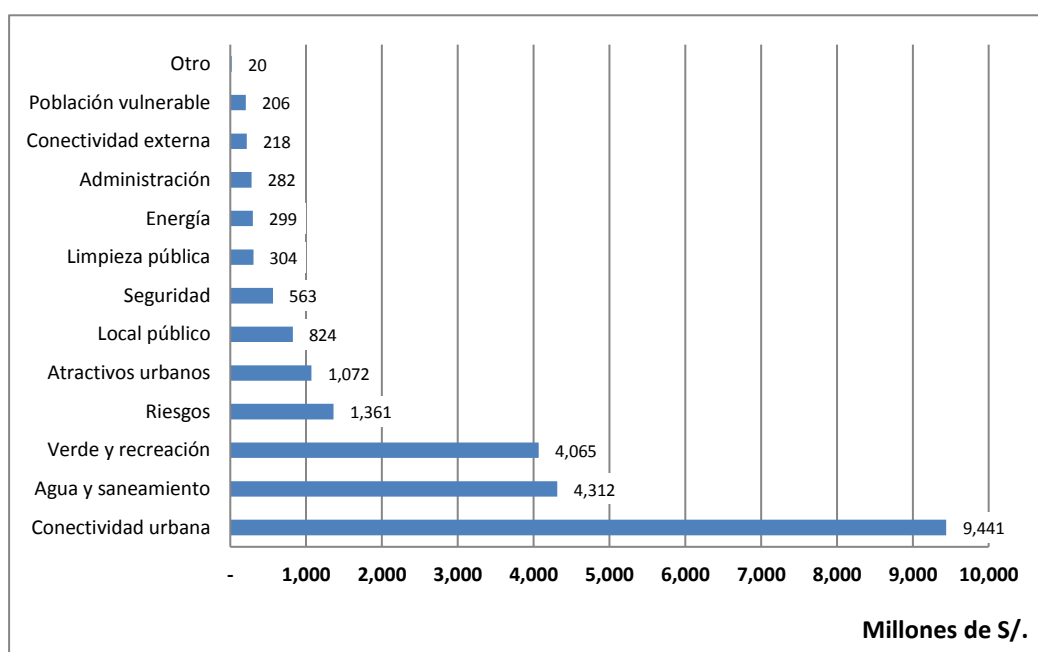
**Gráfico 17: N° PIPs vs. Costo por proyecto, según nivel de gobierno (2011-2015)**

Fuente: Espinoza y Fort (2017).  
Elaboración Propia.

El gráfico indica que los costos por proyecto de los gobiernos locales es menor, pero la cantidad de proyectos ejecutados, de estar bien focalizados, pueden aportar a la mejora de las áreas urbanas vulnerables en gran medida.

El siguiente gráfico expone los montos de inversión para los diferentes tipos de proyecto<sup>28</sup>: Así, encontramos que la mayor parte del presupuesto se destina a: Conectividad urbana<sup>29</sup> (9 441 Millones de Soles), Agua y saneamiento<sup>30</sup> (4 312 Millones de Soles), Verde y recreación<sup>31</sup> (4 065 Millones de Soles), Riesgos<sup>32</sup> (1 361 Millones de Soles) y Atractivos urbanos<sup>33</sup> (4 065 Millones de Soles).

**Gráfico 18: PIP urbana por tipo de proyecto, en millones de Soles (2011-2015)**



Fuente: Espinoza y Fort (2017).  
Elaboración Propia.

Respecto al rubro de Riesgos (que representa el 5.9% de la inversión), se encontró la siguiente clasificación de la distribución del presupuesto:

<sup>28</sup> El cuadro no considera la inversión en educación y salud, que representa alrededor del 24% de la inversión.

<sup>29</sup> Obras como: ciclovías, escaleras, pistas y veredas, puentes, semáforos, etc.

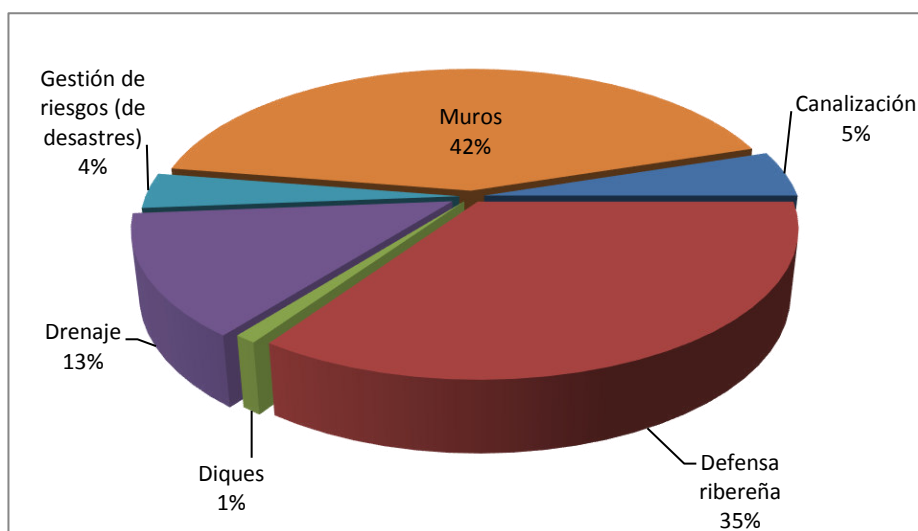
<sup>30</sup> Obras como: agua y alcantarillado, letrinas, tratamiento aguas residuales, etc.

<sup>31</sup> Obras como: áreas verdes, Infraestructura cultural, Infraestructura deportiva, etc.

<sup>32</sup> Obras como: canalización, defensa ribereña, gestión de riesgos, etc.

<sup>33</sup> Obras como: Alamedas, miradores, museos, sitios arqueológicos, turismo, etc.



**Gráfico 19: Clasificación de la inversión de PIP en riesgos (2011-2015)**

Fuente: Espinoza y Fort (2017).  
Elaboración Propia.

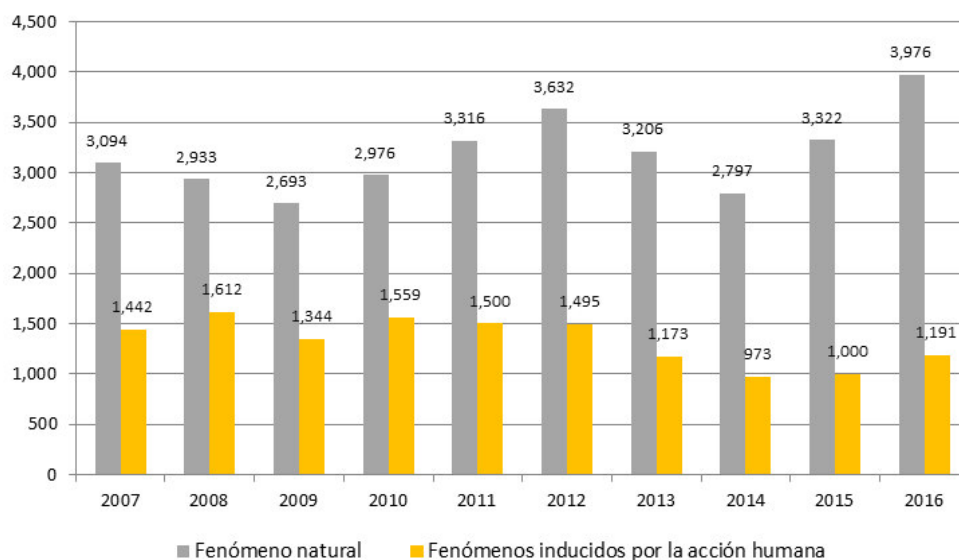
Lo expuesto en el gráfico anterior, en consideración a lo señalado por Alegre y Bielich (2015) corresponde a una perspectiva “cerrada” respecto a las vulnerabilidades de la sociedad, en el sentido que se considera vulnerabilidades asociadas a desastres de origen natural, en particular terremotos.

## **2.6. Principales fuentes de riesgo**

### **2.6.1. Factores naturales**

En consideración a lo indicado por el INEI, se consideran los riesgos provenientes de fenómenos naturales y aquellos inducidos por la acción humana.

Como el gráfico muestra, la mayoría de emergencias en nuestro país son provocadas por fenómenos naturales.

**Gráfico 20: Emergencias por fenómenos naturales y antrópicos (2007 – 2016)**

Fuente: INEI, 2017.

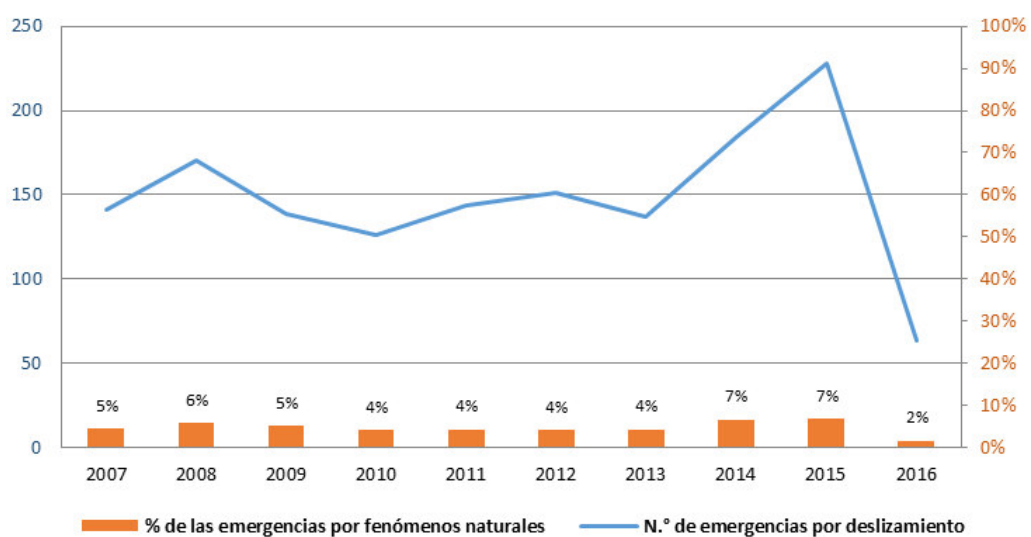
(Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1483/cap02/ind02.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1483/cap02/ind02.htm))

Elaboración propia.

Entre los fenómenos naturales se consideran los siguientes: lluvias intensas, bajas temperaturas, sismos, sequías, vientos fuertes, inundaciones, deslizamientos, huaycos, derrumbes de cerro, erosión, tormentas eléctricas, epidemias, maretaos (marejada), aludes, plagas y actividades volcánicas. De otro lado, los fenómenos inducidos por la acción humana (antrópicos) incluyen: incendio urbano e industrial, incendio forestal, explosión, contaminación, y derrame de sustancias peligrosas.

El siguiente gráfico analiza el número de emergencias por deslizamiento y el porcentaje que dichas emergencias representa entre los fenómenos naturales, cabe indicar que este factor es de particular relevancia para el caso de los ductos de transporte de hidrocarburos.

**Gráfico 21: Emergencias por deslizamientos (2007 – 2016)**



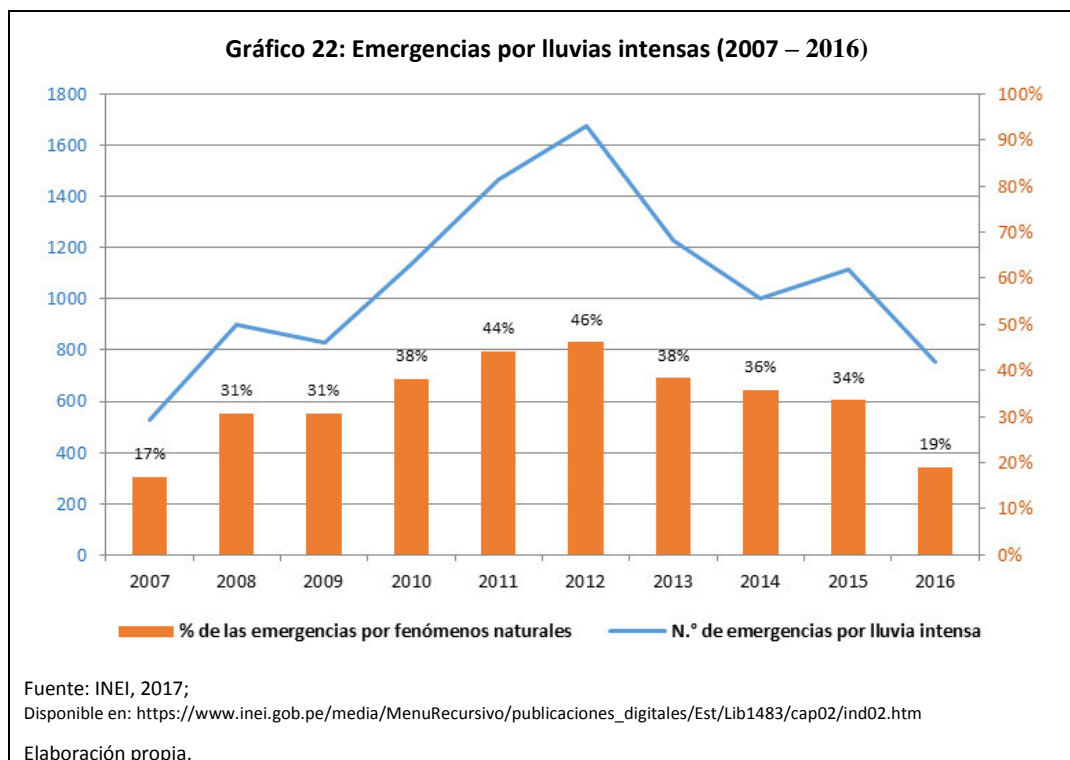
Fuente: INEI, 2017;

Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1483/cap02/ind02.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1483/cap02/ind02.htm)

Elaboración propia.

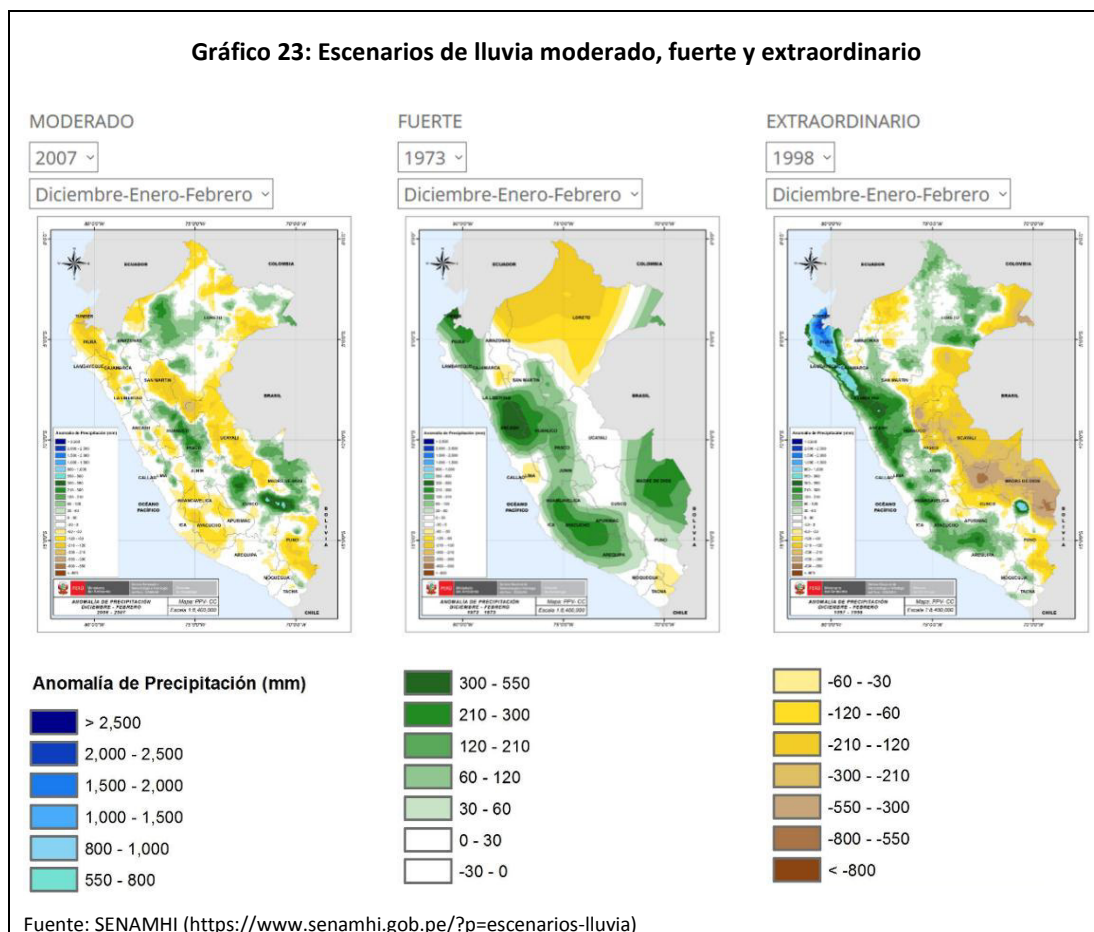
Lo anterior permite apreciar que las emergencias por deslizamiento de terrenos representan entre el 2% y el 7% de las emergencias producidas por fenómenos naturales.

También se ha graficado el número de emergencias ocurridas por lluvias intensas durante el periodo 2007-2016, así como el porcentaje que este tipo de lluvias representó dentro de los eventos producidos por fenómenos naturales.



De lo expuesto, se puede apreciar que las lluvias intensas representan entre la quinta parte y la mitad de las emergencias ocurridas por fenómenos naturales en los últimos diez años.

Se considera que los ductos de transporte de hidrocarburos pueden ser afectados por lluvias intensas, cuando éstas son fuertes o extraordinarias. En ese sentido, en el Gráfico 23 se muestran escenarios de lluvias fuertes y extraordinaria, las cuales sí afectan el área de atravesada por los ductos (departamentos de Cusco, Ayacucho, Huancavelica, Ica y Lima). El gráfico mencionado indica que, para escenarios de lluvia fuertes (registrado en 1973) o extraordinarios (registrados en 1983 y 1998), las precipitaciones afectarían áreas generalmente secas.



## 2.6.2. Conflicto e Inseguridad

En nuestro entorno, también se debe considerar la ocurrencia de conflictos y factores de inseguridad que pueden afectar a los ductos de transporte de GN y LGN desde Camisea a la costa. En ese sentido, no se puede dejar de mencionar el Estado de Emergencia en la zona del VRAEM, así como los actos de vandalismo producidos en dicha zona.

Imagen 13: Publicación referida a sabotajes al ducto de Camisea (18/02/2014)



Fuente: La República

Para describir la situación en el VRAEM se transcribe lo expuesto en el Estudio de Riesgos del “Gasoducto de Derivación a Ayacucho” presentado por TGP, el cual fue aprobado mediante Resolución de la Gerencia de Fiscalización de Gas Natural de Osinergmin en junio de 2014. En este estudio, TGP manifiesta lo siguiente:

*“Es un hecho generalmente aceptado que en lugares donde existe actividad terrorista, los ductos suelen ser blanco de sus ataques.*

*“En el Perú, al año 2013 aún persisten rezagos del terrorismo de la década de 1990, ahora en alianza con el narcotráfico, una nueva modalidad que se conoce como narcoterrorismo.*

*“Principalmente la región de los Valles de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (el VRAEM), y en menor grado la región del Río Huallaga, incluso después de*

*recientes e importantes éxitos de las fuerzas del orden*<sup>34</sup>, permanecen como enclaves donde el terrorismo mantiene fuerzas que protegen al narcotráfico, desafían a las fuerzas del orden, y periódicamente realizan ataques, secuestros y acciones de chantaje a empresas imponiendo cupos.

[...]

*“Asimismo, la situación del narcoterrorismo en el VRAEM después del abatimiento de ‘Alipio’ y ‘Gabriel’, mantiene un elevado grado de actividad. De una parte, despachos periodísticos recientes (29 de octubre 2013) advierten del aumento de aeropuertos clandestinos para la droga en el VRAEM. Asimismo, alertan de que ‘hasta ocho vuelos semanales de avionetas cargadas con droga se efectúan desde el Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) hasta Bolivia, a través de aeropuertos clandestinos’, y que ‘a ello se suma la actividad en las pistas abiertas en pleno monte, como parte de las carreteras construidas últimamente por los municipios de San Martín de Pangoa y Río Tambo’. Finalmente, se señala que ‘esta actividad ilícita, desde la etapa de acopio, traslado y entrega, cuenta con la protección de un grupo fuertemente armado dirigido por Víctor Quispe Palomino, alias José o Iván’.*

*“Por otra parte, no puede ignorarse que ciertas importantes capturas de personas sospechosas de realizar actividades relacionadas con el narcoterrorismo en el VRAEM, logradas por las fuerzas del orden, son con cierta frecuencia casi inmediatamente liberadas por el Poder Judicial. Aunque es posible que tal procedimiento obedezca a estrategias encubiertas para la ampliación de las investigaciones, seguimiento y captura de personajes más importantes o a disposiciones de los códigos de justicia aplicables, no puede soslayarse el hecho de que tal situación también podría dificultar el progreso de la eliminación de la actividad terrorista. Como ejemplo de situaciones con estas características, tómese el caso de las noticias siguientes:*

- ***El Comercio; 30 setiembre 2013***

*“VRAEM: 23 colaboradores de narcoterroristas fueron capturados. Fuerzas combinadas informaron que el plan de acción militar estuvo orientado a desarticular una red de apoyo de Sendero Luminoso.*

- ***Perú 21; 15 octubre 2013***

*“Poder Judicial libera a investigados por terrorismo*

*“Pese a pedido fiscal, el titular del segundo juzgado superior nacional dispuso que los acusados por colaboración con el terrorismo sean procesados en comparecencia.*

---

<sup>34</sup> Como: la captura en febrero del 2012 de Florindo Eleuterio Flores Hala, alias “Artemio”, cabecilla terrorista que operaba en el Huallaga; y el abatimiento en agosto del 2013 de Alejandro Borda Casafranca, alias “camarada Alipio”, cabecilla de los remanentes de Sendero Luminoso en el VRAEM, y de su segundo Martín Quispe Palomino conocido como “camarada Gabriel”.

*“Pese a que hace 15 días, durante el operativo “Dédalo 2013”, las Fuerzas Armadas y la Policía presentaron como un logro la captura de 25 personas acusadas de colaborar con el terrorismo en el Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), todas –sin excepción– han sido puestas en libertad.*

*“Por lo expuesto, [...] no puede excluirse a priori que [...] en el futuro los grupos narcoterroristas aun existentes, haciendo frente y en respuesta a la presión que ejercen las fuerzas del orden para eliminar el narcotráfico, puedan retomar acciones en contra de la industria en general y de la industria del gas natural en particular, sea en actitud de represalia o incluso de búsqueda de fuente alternativa de recursos para sustentar su actividad, imponiendo cupos o cobrando rescates.*

*“Breve reseña sobre acciones terroristas en contra de la industria*

*“14.11.10 Unos 60 trabajadores de la empresa argentina Techint fueron secuestrados por aproximadamente 100 terroristas armados que irrumpieron en el campamento, como se informó en el diario “El Comercio” del 15 de noviembre del 2010.*

*“16.05.11 Ataque terrorista en el VRAE<sup>35</sup> deja un militar muerto. Ronald Félix Machaca Lacho (22) perdió la vida en la base contra-subversiva Unión Mantaro, en Ayacucho.*

*“05.06.11 Ataque narcoterrorista deja tres militares fallecidos. Los militares fallecidos fueron identificados como los suboficiales Huilber Ángeles Casio, Albán Torres Rusber y Cuyo Huamán Zoísmo.*

*“19.07.11 VRAE. Delincuentes terroristas dispararon con armamento de largo alcance desde la espesura de la selva y huyeron con rumbo desconocido.*

*“09.09.11 Sujetos armados atacan a periodistas en el VRAE. Reina la inseguridad. Los hampones se llevaron cámaras de video, de fotografía y dinero en efectivo.*

---

<sup>35</sup> La región declarada en emergencia se denominó VRAE hasta el 9 de julio del 2012 abarcando los valles de los Ríos Apurímac y Ene. A partir del 10 de julio del 2012, por Decreto Supremo DS - 074 - 2012 del 9 de julio del 2012, la denominación cambió a VRAEM, para abarcar también el valle del Río Mantaro.



Imagen 14: Publicación referida a sabotajes al ducto de Camisea (06/06/2012)



Fuente: El Comercio

*“14.09.11 Fuerzas Armadas confirman ataque terrorista y bajas militares en el VRAE. El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas confirmó que se produjo un ataque contra elementos militares que patrullaban la margen izquierda del río Mantaro, en Junín, dejando dos militares muertos. “Aproximadamente a las 17:30 horas, en momentos que se realizaba su extracción, el helicóptero MI-17 EP-617, fue impactado por proyectiles de armas de fuego de delincuentes terroristas. Como consecuencia de este cobarde ataque terrorista fallecieron los siguientes Oficiales del Ejército del Perú: teniente coronel EP Vásquez Silva Esneider Ernesto y el capitán EP Vidarte Campos Jenner Alberto”, sostuvieron en el comunicado.*

*“21.11.11 Oficial del Ejército muere tras ataque en el VRAE.*

*“12.12.11 Muere militar por ataque narcoterrorista en el VRAE.*

*“06.02.12 Identifican a policías heridos en ataque terrorista en Cusco. QUILLABAMBA. Los 2 valerosos policías que resultaron heridos de*

*gravedad en el ataque a la comisaría de la localidad de Pucyura en el distrito de Vilcabamba, Quillabamba (Cusco), ya fueron identificados y se encuentran internados en el hospital de la provincia de Quillabamba. Los policías heridos son el SO2 Omar Álvarez Letona, natural de La Convención, quien tiene hematomas y esquirlas en el cuerpo, pero ya fue controlado por los especialistas. El otro herido es el SO2 Gilberto Hurtado Pacheco, también con esquirlas en diversas partes del cuerpo.*

*“10.04.12 Una columna de 60 terroristas de Sendero Luminoso incursionó en el distrito de Echarate en el Cusco y tomó como rehenes a 30 trabajadores de dos empresas subcontratistas del consorcio de Camisea. Aunque los trabajadores fueron liberados horas después, las acciones lanzadas por las fuerzas del orden concluyeron con pérdida de vidas entre los efectivos de las fuerzas del orden.*

*“06.10.12 Un grupo de terroristas irrumpió en el aeródromo de Kiteni ubicado en la Provincia La Convención, Región Cusco, e incendió tres helicópteros de una compañía que brinda servicios al Consorcio Camisea.*

*“05.04.13 Un soldado muerto tras ataque terrorista en Echarate. El jefe del CCFFAA, José Cueto Aservi, confirmó la muerte del sargento Sózimo Morales.*

*“05.06.13 Militares y terroristas se enfrentan en el VRAEM. En horas de la madrugada senderistas robaron equipos de comunicación. En estos momentos se registra un enfrentamiento entre las fuerzas policiales contra una columna senderista. El enfrentamiento se registra en las alturas del centro poblado de Tutumbaru, en el distrito de Sivia, en el Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM). El enfrentamiento armado se produjo luego que las patrullas del ejército y la policía iniciaron un operativo tras la incursión senderista al campamento del Consorcio Vial Quinua, donde los sediciosos se llevaron equipos de comunicación (radios), medicinas y, al parecer, explosivos (dinamita). Según fuentes cercanas, camionetas policiales y helicópteros partieron a la zona donde se produce el conflicto. Hasta el momento se desconoce si hay víctimas mortales, pero si se reportó al menos 4 policías heridos.*

*“24.07.13 Terroristas vuelven a atacar en la zona del VRAEM. Subversivos ingresaron a un campamento, saqueando y quemando maquinarias de asfaltados.*

(TGP, 2012, pp. 86 y ss.).

En la zona de los ductos operados por TGP ha habido las siguientes declaratorias de estado de emergencia:

**Tabla 18: Declaratorias de emergencia que impactan a los ductos de Camisea**

Distrito	Comentario
Distrito de Echarate	En abril de 2012, mediante Decreto Supremo N° 043-2012-PCM, se declaró el Estado de Emergencia en el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento del Cusco, situación que se ha extendido hasta la fecha. Hogaño, el Decreto Supremo N° 055-2019-PCM ha extendido la declaratoria de emergencia hasta el 28.05.2019.
Provincia de La Mar	La provincia de La Mar en Ayacucho lleva varios años en Estado de Emergencia (desde mayo del 2006). Esta situación se ha extendido hasta el 28.05.2019, según lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 055-2019-PCM.

Elaboración propia.

Es preciso indicar que, tanto para la provincia de La Convención en Cusco, como para la provincia de La Mar en Ayacucho, se emiten resoluciones periódicas que prorrogan la declaratoria de emergencia en 60 días adicionales.

Las zonas afectadas por la declaratoria de emergencia son expuestas en el siguiente gráfico:

**Imagen 15: Zonas de los ductos de Camisea declaradas en emergencia**



Elaboración propia.

De otro lado, cabe mencionar que los cambios climáticos podrían significar a futuro una fuente de riesgos, dado que sus efectos pueden provocar *shocks* económicos, asociados con un alto nivel conflictividad:

*“The effect of climate change on conflict and insecurity is an emergent risk because factors such as poverty and economic shocks that are associated with a higher risk of violent conflict are themselves sensitive to climate change. In numerous statistical studies, the influence of climate variability on violent conflict is large in magnitude.”* (Oppenheimer et al, 2014, p. 1042).

### **2.6.3. Reducción de la Gobernabilidad**

---

La vulnerabilidad de las personas a los efectos producidos por los cambios climáticos puede afectar la gobernabilidad del país. En nuestro país, en el cual las instituciones del Estado son severamente cuestionadas, postergar las acciones de adaptación y de reducción de la vulnerabilidad, puede exacerbar la violencia.

*“Challenges for vulnerability reduction and adaptation actions are particularly high in regions that have shown severe difficulties in governance. Studies confirm that countries that are classified as failed states and afflicted by violence are often not able to reduce vulnerability effectively. Unless governance improves in countries with severe governance failure, risk will increase as a result of climate changes interacting with increased human vulnerability”.* (Oppenheimer et al, 2014, p. 1042).

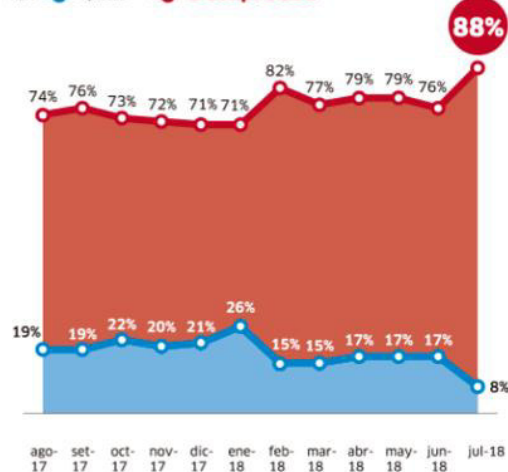
De otro lado, los porcentajes de aprobación del Poder Judicial y la Fiscalía de la Nación, indican precariedad en estas instituciones.

Gráfico 24: Aprobación del Poder Judicial y la Fiscalía de la Nación

**Aprobación del Poder Judicial**

¿Usted aprueba o desaprueba el desempeño del Poder Judicial?

REF: —●— Aprueba —●— Desaprueba

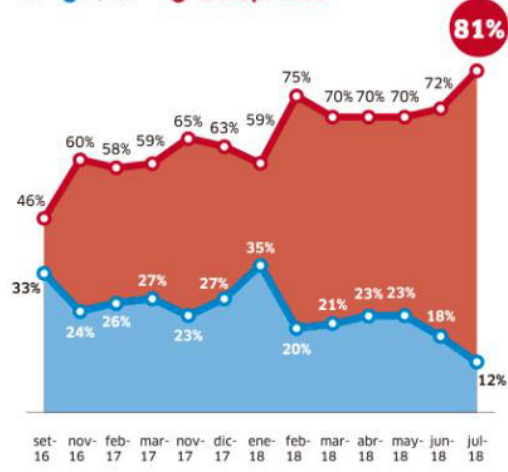


Base julio 2018: total entrevistados - Nacional urbano rural (1.290)

**Aprobación de la Fiscalía de la Nación**

¿Usted aprueba o desaprueba el desempeño de la Fiscalía de la Nación?

REF: —●— Aprueba —●— Desaprueba



Base julio 2018: total entrevistados - Nacional urbano rural (1.290)

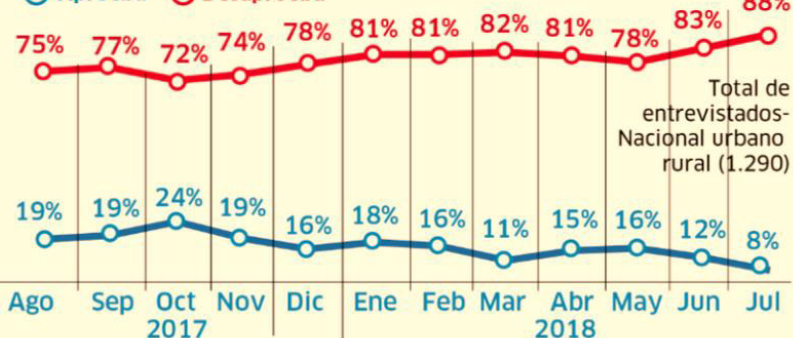
Fuente: <https://larepublica.pe/politica/1283132-opinan-keiko-senora-k-fp-debe-dirigir-congreso>  
 (Diario La República, del 22.07.2018)

Asimismo, los bajos porcentajes de aprobación del Congreso, confirman un problema de legitimidad que atenta contra la gobernabilidad.

Gráfico 25: Aprobación del Congreso

¿Usted aprueba o desaprueba el desempeño del Congreso de la República?

—●— Aprueba —●— Desaprueba



Total de entrevistados - Nacional urbano rural (1.290)

Fuente: <https://larepublica.pe/politica/1283132-opinan-keiko-senora-k-fp-debe-dirigir-congreso>  
 (Diario La República, del 22.07.2018)

Lo anterior, también es percibido desde el exterior al describir el perfil de nuestro país. La United States Agency International Development. (USAID) indica que uno

de los retos del Perú, respecto a la adaptación, es la desconfianza entre las comunidades vulnerables y el gobierno.<sup>36</sup>

#### 2.6.4. Afectación a la salud

Como se señalado con anterioridad, las consecuencias de un riesgo no afectan en la misma magnitud a los diferentes sectores de la población, siendo los desposeídos generalmente los más afectados.

*“Risks are unevenly distributed and are generally greater for disadvantaged people and communities in countries at all levels of development.”*  
(Oppenheimer et al, 2014, p. 1042).

Quizá los principales impactos sean aquellos que afectan a la salud. La siguiente tabla presenta una serie de afectaciones a la salud de la población en el Perú, como consecuencia del cambio climático.

**Tabla 19: Impactos en la salud como consecuencia del cambio climático**

Condición de cambio climático	Consecuencia	Impacto en salud	ICD-10 (*)
<b>COSTA</b>			
Aumento del nivel del mar	Inundación en ciudades costeras	Aumento a la exposición a enfermedades zoonóticas	Aumento a la exposición a enfermedades zoonóticas
Aumento del nivel del mar	Sobrecarga de desagües	Aumento de la exposición a enfermedad diarreicas	(A09) diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
Aumento de temperatura del mar	Peces de agua fría (sardina, anchoveta) migran	Compromiso de la nutrición de población específicas	(E40-E46) malnutrición
Fenómeno de isla urbana de calor	Aumento de temperatura en ciudades	Aumento de casos de hipertermia en población de riesgo	(T67) efectos del calor y luz
Ola de calor	Aumento sostenido de temperatura por varios días	Aumento de casos de inanición en trabajadores	(X30) exposición a excesivo calor de origen natural
Aumento de CO2 ambiental	Aumento de presencia de hierbas en cultivos	Aumento de uso de herbicidas	(T57) efectos tóxicos del arsénico

<sup>36</sup> Indicado en: [https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/peru\\_climate\\_vulnerability\\_profile\\_jan2013.pdf](https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/peru_climate_vulnerability_profile_jan2013.pdf)

Condición de cambio climático	Consecuencia	Impacto en salud	ICD-10 (*)
Aumento de CO2 ambiental	Disminución de contenido proteico de cultivos	Compromiso de la nutrición del población específicas	(E40-46) malnutrición
Aumento de temperatura	Aumento de cosechas y roedores	Aumento de insectos vectores	(A20) Peste
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Aumento de insectos vectores	(B57) Enfermedad de Chagas
<b>SIERRA (incluye valles interandinos)</b>			
Aumento de temperatura en ríos y lagos	Disminución de peces de agua fría (trucha)	Compromiso de la nutrición de población específicas	(E40-E46) malnutrición
Cambios en precipitación	Aumento de los días sin nubes	Aumento de exposición a rayos ultravioletas solar	(X32) exposición a luz
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Aumento de insectos vectores	(A44) Bartonelosis, (B55) Leishmaniasis
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A92) Otras fiebres virales transmitidas por mosquitos
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A93) Otras fiebres virales transmitidas por mosquitos
<b>SELVA</b>			
Cambios en precipitación	Inundación en ciudades de la selva	Aumento en casos de enfermedades zoonóticas	(A27) leptospirosis
Cambios en precipitación	Inundación en ciudades de la selva	Aumento en casos de enfermedades diarreicas	(A09) diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
Cambios en precipitación	Sequía en ríos de la selva	Mayor dificultad para cazar animales	(E40-46) malnutrición
Friajes	Disminución sostenida de temperatura por varios días	Aumento de casos de hipotermia en población de riesgo	(T68) hipotermia
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Aumento de insectos vectores	(A90-A91) Dengue, (B50-B54) Paludismo, (A95) Fiebre amarilla
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A96) Fiebre hemorrágica por arnavirus
Aumento de temperatura	Aumento de ecosistemas tropicales	Extensión de zonas endémicas	(A98) otras fiebres virales hemorrágicas

(\*) ICD: International Classification of Disease [en español, Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)].  
Fuente: MINAM (2016).

### **2.6.5. Riesgos claves y riesgos emergentes**

---

Oppenheimer et al, 2014, han identificado: Vulnerabilidades Clave, Riesgos Clave y Riesgos Emergentes (*Emergent risks*) para los siguientes peligros:

- i. Aumento del nivel del mar, inundaciones costeras incluyendo oleajes de tormenta.
- ii. Precipitación extrema e inundaciones tierra adentro.
- iii. Nuevos peligros que producen riesgos sistémicos.
- iv. Aumento de la frecuencia y la intensidad del calor extremo.
- v. Variabilidad del calentamiento, la sequía y la precipitación.
- vi. Sequía.
- vii. Aumento de la temperatura del océano, acidificación de los océanos y la pérdida del hielo marino del Ártico.
- viii. Aumento de la temperatura de la tierra, cambios en los patrones de precipitación y en la frecuencia e intensidad del calor extremo.

En su análisis, los autores muestran las vulnerabilidades provenientes de los siguientes factores: exposición a peligros, debilidades institucionales, aspectos sociales, ambientales y económicos. Cabe indicar que estos factores no son excluyentes entre sí. La siguiente tabla ilustra los resultados encontrados por Oppenheimer et al (2014).



Tabla 20: Principales peligros, vulnerabilidades y riesgos clave y emergentes

Nº	PELIGRO	Vulnerabilidades clave	Riesgos clave	Riesgos emergentes
1.	<b>Aumento del nivel del mar, inundaciones costeras incluyendo oleajes de tormenta.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta exposición de personas, actividad económica e infraestructura en zonas costeras bajas. (<b>Exposición</b>)</li> <li>Población urbana desprotegida debido a viviendas sub-estándar y un sistema de seguros inadecuado (<b>Vulnerabilidad Social</b>).</li> <li>Población rural marginada con pobreza multidimensional y medios de vida alternativos limitados (<b>Vulnerabilidad Social</b>).</li> <li>Insuficiente atención del gobierno local a la reducción del riesgo de desastres (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muerte, lesiones e interrupción de los medios de subsistencia, del suministro de alimentos y agua potable.</li> <li>Pérdida de recursos comunes, sentido de lugar e identidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la desigualdad, debido a que la interacción entre la urbanización rápida, el aumento del nivel del mar, el aumento de la actividad económica, la desaparición de los recursos naturales y los límites de cobertura de los seguros; recarga la gestión de riesgos a los expuestos al riesgo (y no al Estado).</li> </ul>
2.	<b>Precipitación extrema e inundaciones tierra adentro.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gran número de personas expuestas en áreas urbanas, particularmente en asentamientos informales de bajos ingresos (<b>Exposición</b>).</li> <li>Infraestructura de drenaje urbana sobrecargada, envejecida, mal mantenida e inadecuada (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> <li>Atención gubernamental inadecuada a la reducción del riesgo de desastres (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muerte, lesiones e interrupción de la seguridad humana, especialmente entre niños, ancianos y personas con discapacidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la desigualdad, debido a que la interacción entre el incremento de la precipitación intensa, la urbanización y los límites de cobertura de seguro; recarga la gestión de riesgos a los expuestos al riesgo (y no al Estado).</li> <li>Erosión de activos debido a daños a la infraestructura.</li> <li>Abandono de los distritos urbanos.</li> <li>Creación de espacios trampa “spatial traps” de alta pobreza / alto riesgo.</li> </ul>
3.	<b>Nuevos peligros que producen riesgos sistémicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poblaciones sin experiencia histórica con estos peligros. (<b>Exposición</b>).</li> <li>Infraestructura que no ha considerado estos peligros. (<b>Exposición</b>).</li> <li>Ausencia de planificación de la gestión, o del diseño de la infraestructura de riesgos demasiado específicos. (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> <li>Poca capacidad para predecir riesgos demasiado específicos. (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falla de los sistemas aparejados al sistema de energía eléctrica (Ej.: sistemas de drenaje que dependen de bombas eléctricas o servicios de emergencia que dependen de las telecomunicaciones).</li> <li>Colapso de los servicios de salud y emergencia en eventos extremos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las interacciones debidas a la dependencia de los sistemas aparejados conducen a la magnificación de los impactos de los eventos extremos.</li> <li>Reducción de la cohesión social debido a la pérdida de fe en las instituciones, lo cual socava la preparación y la capacidad de respuesta.</li> </ul>

N°	PELIGRO	Vulnerabilidades clave	Riesgos clave	Riesgos emergentes
4.	<b>Aumento de la frecuencia y la intensidad del calor extremo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la población urbana de personas mayores, muy jóvenes, mujeres embarazadas y personas con problemas crónicos de salud en asentamientos sujetos a altas temperaturas. (<b>Vulnerabilidad Social</b>).</li> <li>• Incapacidad de las organizaciones locales que brindan servicios de salud, sociales y de emergencia, para adaptarse a los nuevos niveles de riesgo de los grupos vulnerables. (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la mortalidad y morbilidad durante los períodos de calor extremo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacción entre: cambios en las temperaturas extremas regionales, isla de calor local, contaminación del aire, y cambios demográficos</li> <li>• Sobrecarga de servicios de salud y emergencia. Mayor mortalidad, morbilidad y pérdida de productividad de los trabajadores manuales en climas cálidos.</li> </ul>
5.	<b>Variabilidad del calentamiento, la sequía y la precipitación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las poblaciones más pobres en entornos urbanos y rurales son susceptibles a la inseguridad alimentaria resultante. (<b>Vulnerabilidad Social</b>).</li> <li>• Capacidad limitada de enfrentamiento de los hogares encabezados por ancianos y mujeres. (<b>Vulnerabilidad Social</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de daño y pérdida de vidas debido a la reversión del progreso en la reducción de la desnutrición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La interacción entre el cambio climático, el crecimiento poblacional, la reducción de productividad, el cultivo de biocombustibles y los precios de los alimentos con la desigualdad persistente y una inseguridad alimentaria continua para los pobres incrementa la malnutrición, lo cual genera una mayor carga de morbilidad.</li> <li>• El copamiento de las redes sociales reduce la capacidad de afrontar estos riesgos.</li> </ul>
6.	<b>Sequía.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poblaciones urbanas con servicios de agua inadecuados. (<b>Vulnerabilidad Social</b>).</li> <li>• Escasez actual de agua (y suministros irregulares) y limitaciones al aumento del suministro. (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> <li>• Falta de capacidad y resiliencia en los regímenes de gestión del agua. (<b>Vulnerabilidad institucional</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiente suministro de agua para las personas y la industria, produciendo daños severos e impactos económicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacción entre: urbanización, infraestructura insuficiente y agotamiento del agua subterránea.</li> </ul>

N°	PELIGRO	Vulnerabilidades clave	Riesgos clave	Riesgos emergentes
7.	<b>Aumento de la temperatura del océano, acidificación de los océanos y la pérdida del hielo marino del Ártico.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta susceptibilidad de los arrecifes de coral de aguas cálidas y servicios ecosistémicos respectivos para las comunidades costeras. (<b>Vulnerabilidad ambiental</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de cobertura de coral, especies árticas y ecosistemas asociados con la reducción de la biodiversidad y las posibles pérdidas de importantes servicios ecosistémicos. Riesgo de pérdida de especies endémicas, mezcla de tipos de ecosistemas y mayor dominio de organismos invasores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interacciones de factores estresantes como la acidificación y el calentamiento en organismos calcáreos que aumentan el riesgo.</li> </ul>
8.	<b>Aumento de la temperatura de la tierra, cambios en los patrones de precipitación y en la frecuencia e intensidad del calor extremo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Susceptibilidad de las sociedades a la pérdida de aprovisionamiento, regulación y servicios culturales de los ecosistemas terrestres. (<b>Vulnerabilidad económica</b>).</li> <li>Susceptibilidad de los sistemas humanos, agroecosistemas y ecosistemas naturales a: (1) pérdida de regulación de plagas y enfermedades, incendios, deslizamientos de tierra, erosión, inundaciones, avalanchas, calidad del agua y clima local; (2) pérdida de provisión de alimentos, ganado, bioenergía; (3) pérdida de valores recreativos, turísticos, estéticos y patrimoniales, y biodiversidad. (<b>Vulnerabilidad ambiental</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la biodiversidad y posibles pérdidas de importantes servicios ecosistémicos.</li> <li>Riesgo de pérdida de especies endémicas, mezcla de tipos de ecosistemas y mayor dominio de organismos invasores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interacción de los sistemas socioecológicos con la pérdida de los servicios ecosistémicos de los cuales dependen.</li> </ul>

Fuente: Oppenheimer et al. (2014).

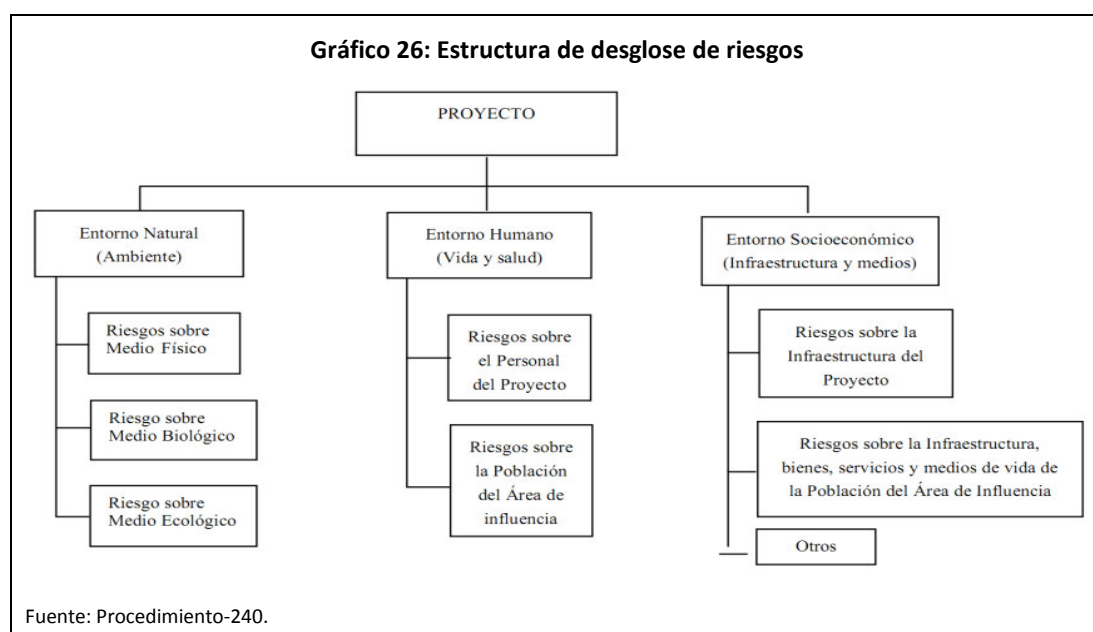
Traducción Libre.

## 2.7. Consideraciones al estimar las consecuencias

### 2.7.1. Consideraciones generales

Al tratar de estimar las consecuencias de un riesgo, es necesario considerar las dimensiones: ambiental, humana y socio-económica.

Lo anterior, está considerado en el Procedimiento para la Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad, aprobado por Resolución de Consejo Directivo de Osinergmin N° 240-2010-OS-CD (Procedimiento – 240), que dicta normas para la evaluación de los estudios de riesgos para las actividades de hidrocarburos.



El gráfico anterior señala aspectos que se deben considerar al evaluar los riesgos de una actividad de hidrocarburos, como es el transporte de gas natural.

Al estimar las consecuencias de una actividad, se debe tomar en cuenta la perspectiva de los otros actores. No obstante, la normativa internacional establecida para el desarrollo seguro de las actividades productivas en general, se enfoca más en como las consecuencias de un evento pueden afectar al logro de los objetivos.

La consecuencia, definida como una afectación al logro de los objetivos es ilustrada en la perspectiva establecida por las normas ISO:

**Tabla 21: Definición de consecuencia (para las normas ISO)**

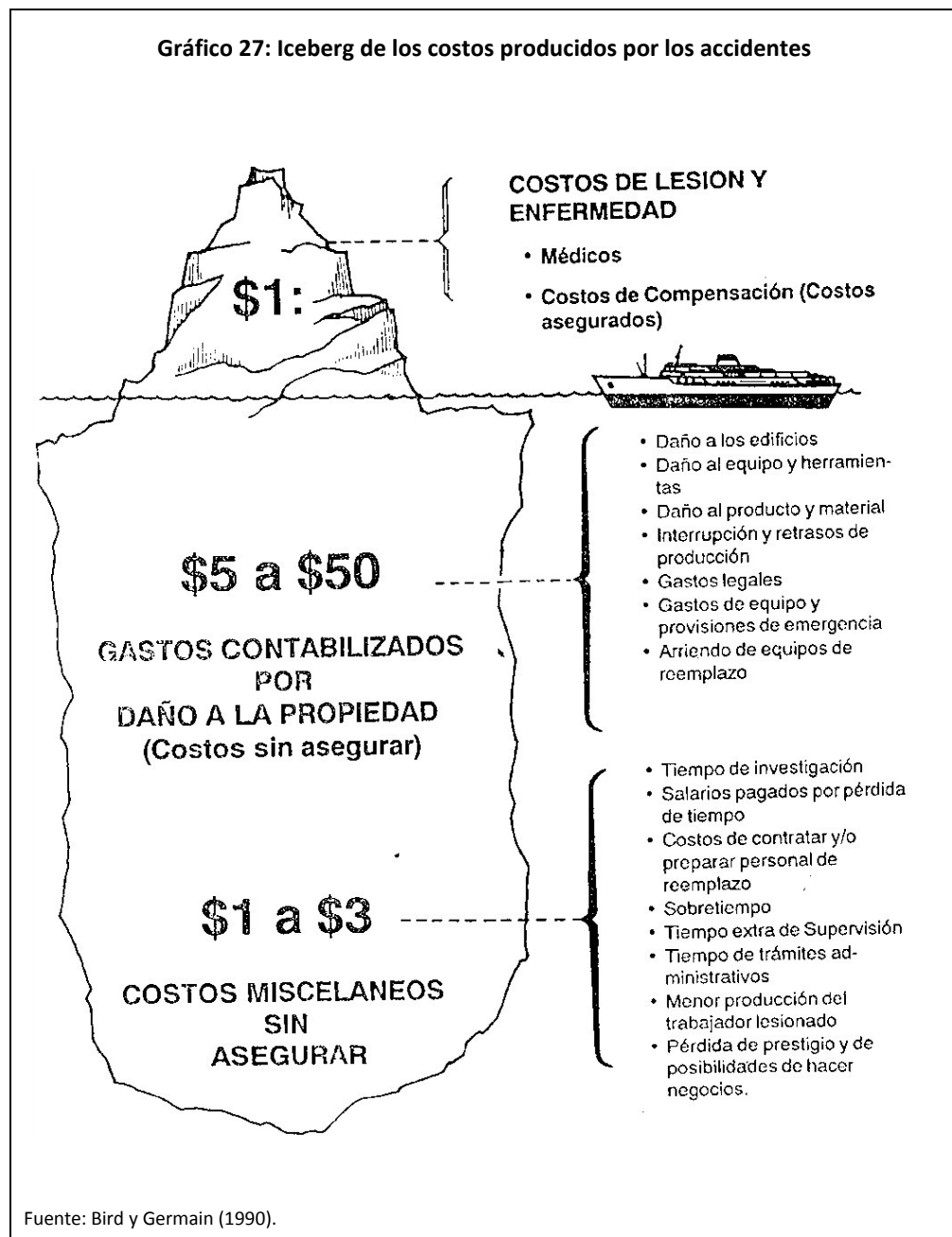
REFERENCIA	ENUNCIADOS REFERIDOS A RIESGOS Y A SU ESTIMACIÓN	
	ORIGINAL	TRADUCCIÓN (LIBRE)
ISO Guide 73:2009(E/F): Risk management — Vocabulary	<b><i>“Consequence</i></b>	<b>Consecuencia</b>
	<i>outcome of an event affecting objectives.</i>	resultado de un evento que afecta los objetivos.
	<i>NOTE 1 An event can lead to a range of consequences.</i>	NOTA 1 Un evento puede conducir a una variedad de consecuencias.
	<i>NOTE 2 A consequence can be certain or uncertain and can have positive or negative effects on objectives.</i>	NOTA 2 Una consecuencia puede ser cierta o incierta y puede tener efectos positivos o negativos en los objetivos.
	<i>NOTE 3 Consequences can be expressed qualitatively or quantitatively.</i>	NOTA 3 Las consecuencias se pueden expresar cualitativa o cuantitativamente.
	<i>NOTE 4 Initial consequences can escalate through knock-on effects.”</i>	NOTA 4 Las consecuencias iniciales pueden escalar a través de efectos dominó.
	<b>Numeral 3.6.1.3 de la ISO Guide 73</b>	

Fuente: ISO (2009).

En el sentido expuesto en la tabla anterior, la consecuencia de un riesgo está definida por cómo se afecta el logro de objetivos. Este enfoque presume que hay una planificación previa, y que se han establecido objetivos a cumplir en un periodo determinado.

### **2.7.2. Los costos ocultos**

Los costos ocultos son posteriores a la ocurrencia de un incidente. La mejor aproximación para hacernos una idea de los mismos, es la consideración del “Iceberg de los costos producidos por los accidentes”, propuesto por Frank Bird, el cual es mostrado en el siguiente gráfico:



La imagen muestra que luego de la ocurrencia de un incidente, los costos ocultos que habría que asumir (no cubiertos por los seguros) son mayores a los costos visibles (de compensación directa) en seis veces, en el mejor de los casos, y en 53 veces en los casos más críticos.

### 2.7.3. Consideraciones para el sector estatal

---

Debe tomarse en consideración que ante la ocurrencia de un incidente en los ductos de GN, el Estado se enfrentará al problema de obtener el abastecimiento de algún combustible alternativo. Sobre este punto, el Estado también debe atender el problema de satisfacer las necesidades de abastecimiento actuales sin sacrificar el desarrollo humano ni el medio ambiente (Fontaine, 2010, p. 25).

No se debe perder de vista que frente a la aparición de un desastre (y la explosión de un gasoducto puede serlo), parece más natural protestar que razonar sobre la justicia o injusticia de dicha situación.

Sin embargo, desde la perspectiva del Estado, una calamidad sería un caso de injusticia si, y sólo si, ésta pudo haberse evitado. Este tipo de injusticia será mayor en los casos en los cuales las instituciones responsables pudieron haber emprendido una acción preventiva de manera oportuna, y ni siquiera lo intentaron (Sen, 2009, p. 4).

### 2.7.4. Consideraciones para el sector empresarial

---

Es necesario tomar en cuenta que *“Las empresas siguen una lógica de acumulación, que busca la maximización de los beneficios y la minimización de los costos... Así, las empresas rinden cuenta de sus decisiones de inversión o de política corporativa, ante un directorio o una asamblea de accionistas”*. La lógica de acumulación mencionada regula las relaciones de la empresa con otros actores como: el Estado, otras empresas, o comunidades en su área de influencia. Las empresas *“persiguen proyectos a corto o mediano plazo: El proyecto de las empresas consiste a priori en maximizar sus ganancias al menor costo, mediante la inversión”*. (Fontaine, 2010, pp. 57 y 58).

Vale anotar asimismo, lo indicado por Fontaine (2010) respecto a que la legitimidad del accionar de una empresa del sector de hidrocarburos está amparada en un contrato con el Estado (p. 58).

Las empresas deben defender su *“proyecto de acumulación de capital”* ante las comunidades de su área de influencia, debiéndose considerar que la gestión

corporativa “se enfrenta cada vez más con las necesidades del desarrollo sostenible, que implican nuevas responsabilidades... Bajo estas presiones, tienen que obedecer a regulaciones sociales y ambientales cada vez más apremiantes -de nivel nacional o internacional” (Fontaine, 2010, p. 61).

### 2.7.5. Consecuencias de explosión de un ducto de GN

La empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP) en el estudio de riesgos de sus ductos utiliza la siguiente clasificación para las consecuencias de una falla en sus ductos:

**Tabla 22: Calificación de la severidad de las consecuencias utilizada por TGP**

			Descripción / Característica			
			Entorno Humano (Vida y Salud)	Infraestructura y Medios	Ambiente (Medio físico, biológico y/o ecológico)	Imagen
Categorías de Severidad	5	Muy Alto	Una o más fatalidades.	Daño total a la unidad o sección. Daños mayores a 10 MMUS\$. Multa mayor o proceso Judicial.	Impacto ambiental irreversible.	Impacto en la reputación a nivel nacional o internacional.
	4	Alto	Incapacidad total o permanente.	Daño a la propiedad desde 2 hasta 10 MMUS\$. Multas significativas o medidas cautelares	Impactos ambientales que requieren gran esfuerzo para la recuperación.	Impacto en la imagen de trascendencia a nivel nacional.
	3	Medio	Afectación causando pérdida de horas trabajadas o incapacidad parcial.	Daño localizado a la propiedad desde 0.5 hasta 2 MMUS\$.	Impactos ambientales en las áreas aledañas a la zona de la emergencia.	Impacto de reputación a nivel Regional.
	2	Bajo	Requiere primeros auxilios.	Capacidad de trabajo restringida. Daño a la propiedad entre 10,000 y 500,000 US \$.	Impactos ambientales menores dentro del área de la emergencia.	Perdida de reputación en la comunidad.
	1	Muy bajo	Sin lesiones.	Daños menores a 10,000 US \$.	Sin Impacto Ambiental	Sin Impacto

Fuente: TGP, 2012 (p. 78)

En consideración a lo señalado anteriormente, se presentan aquellos eventos identificados por TGP que produzcan consecuencias de severidad alta o muy alta:



<b>Tabla 23: Eventos de severidad Alta o Muy Alta a las personas (ductos de GN y LGN)</b>		
<b>Caso (/a)</b>	<b>Evento</b>	<b>Categoría de severidad</b>
14	Flash Fire(/b) + Jet Fire(/c) por fuga de NGL de 1" en zona poblada	4
16	UVCE(/d) + Jet Fire por fuga de NGL por agujero de 1" en zona poblada	4
19	Jet Fire continuo por fuga de NGL por rotura de tubería en zona poblada	5
23	Dispersión de tiempo limitado por fuga de NGL por rotura de tubería en zona poblada	4
27	Flash fire puntual por fuga de NGL por agujero de 1/4" en zona poblada	5
28	Flash fire puntual por fuga de NGL por agujero de 1" en zona poblada	4
29	UVCE por fuga de NGL por agujero de 1" en zona poblada	4
31	Jet Fire de duración limitada por fuga de NGL por rotura de tubería en zona poblada	4
33	Flash fire por fuga de NG por agujero de 1" en zona poblada	4
34	Flash fire por fuga de NG por rotura de tubería en zona poblada	5
35	UVCE por fuga de GN por agujero de 1/4" en zona poblada	4
36	UVCE por fuga de GN por agujero de 1" en zona poblada	4
37	Jet fire continuo por fuga de GN por agujero de 1/4" en zona poblada	4
38	Jet fire continuo por fuga de GN por agujero de 1" en zona poblada	5
39	Jet fire continuo por fuga de GN por rotura de tubería en zona poblada	4
41	Dispersión continua por fuga de NGL por agujero de 1" en zona poblada con posterior incendio de la fracción líquida	5
(/a) Número de caso, según la evaluación de TGP. (/b) Llamada o fogonazo. (/c) Chorro de fuego (similar a un lanzallamas). (/d) Explosión de nube de vapor no confinada (Unconfined Vapor Cloud Explosión, UVCE). Fuente: TGP, 2012 (pp. 142 y ss.)		

Los dieciséis eventos listados en la tabla anterior son aquellos cuyas consecuencias implican incapacidad total o permanente (de severidad 4) o una o más fatalidades (severidad 5).

Es preciso mencionar, que el hecho de que un ducto falle, no significa necesariamente que llegue a una explosión, y tampoco significa que si explota, necesariamente haya personas alrededor de él. La potencialidad de afectar personas depende en gran medida de cuántas personas haya alrededor del ducto.

#### **2.7.6. Número de viviendas en FS (costa)**

En consideración a que el alcance de este trabajo está referido al sector de costa, corresponde considerar el número de personas ubicadas en dicho sector, el cual inicia en el Kilómetro Progresiva 520 hasta el 730, donde se encuentra el City Gate en Lurín.

<b>Tabla 24: Áreas de Alta Consecuencia en el ducto de GN</b>					
<b>KP inicio</b>	<b>KP Fin</b>	<b>Denominación del sitio</b>	<b>Número de Construcciones</b>	<b>Distancia media al ducto (m)</b>	<b>Nº habitantes</b>
566+865	568+589	Satélite Primavera/UPIS Sr, de los Milagros (/a)	100	30	
593+067	594+152	Nuevo Cañete	100	50	300
594+648	708+943	(/b)			
711+879	730+629	Estación Lurín (COGA)	1	120	--
(/a) Denominado también AA.HH. "15 Agosto" (/b) Es un Área de Alta Consecuencia porque el diseño ha considerado la presencia de viviendas. Fuente: Tabla 14.4 del Estudio de Riesgos de TGP.					

En ese sentido, el Estudio de Riesgos de TGP encontró que el al 2012 (año de elaboración de este estudio) el número de habitantes en la Franja de Seguridad era de 300 personas.

## 2.8. Consideraciones al estimar las frecuencias

### 2.8.1. Clasificación de las frecuencias

El estudio de riesgos de TGP utiliza la siguiente clasificación de las probabilidades de falla de sus ductos:

**Tabla 25: Clasificación de las probabilidades utilizada por TGP**

Ocurrencia	Nivel	Definición
Improbable <1 en 10 <sup>5</sup> años	A	Improbable-Nunca escuchado en la industria. No hay registros conocidos del evento. El evento podría ocurrir solamente en circunstancias especiales.
Poco probable 1 en 10 <sup>3</sup> años a 1 en 10 <sup>5</sup> años	B	El evento ocurrió alguna vez en la industria. El evento podría ocurrir alguna vez.
Probable 1 en 30 años a 1 en 10 <sup>3</sup> años	C	Ocurrió varias veces en la historia de la industria. Una vez en la vida útil de la instalación-El evento ha ocurrido alguna vez.
Frecuente 1 al año a 1 en 30 años	D	Puede ocurrir alguna vez al año en la industria. El evento probablemente ocurrirá.
Muy frecuente >1 al año	E	Puede ocurrir varias veces al año en la industria. Se espera que ocurra en el corto plazo.

Fuente: TGP, 2012 (p. 77)

Por lo expuesto en la tabla anterior, bajo las consideraciones de TGP, un evento será probable si su frecuencia de ocurrencia es de un evento en 30 años, vale decir, un evento durante toda la concesión de los ductos.

Si la tabla anterior, la exponemos en términos de la frecuencia por año obtenemos los siguientes resultados:

**Tabla 26: Clasificación de la frecuencia utilizada por TGP**

Ocurrencia	Nivel	Frecuencia anual
Improbable	A	Frecuencia $\leq 1 \times 10^{-5}$
Poco probable	B	$1 \times 10^{-5} < \text{Frecuencia} \leq 1 \times 10^{-3}$
Probable	C	$1 \times 10^{-3} < \text{Frecuencia} \leq 0.033$
Frecuente	D	$0.033 < \text{Frecuencia} \leq 1$
Muy frecuente	E	Frecuencia $> 1$
Fuente: TGP, 2012 (p. 77) Elaboración propia.		

### 2.8.2. Frecuencia de fallas de los ductos de Camisea

Respecto a las frecuencias o probabilidades<sup>37</sup> a considerar en este trabajo se utilizarán las frecuencias de aquellos eventos que de ocurrir en el ducto de Gas Natural de Camisea provocarían los siguientes daños críticos a las personas: incapacidad total (severidad 4), o una o más fatalidades (severidad 5).

**Tabla 27: Frecuencias de los eventos de severidad Alta o Muy Alta (ducto de GN)**

Caso (/a)	Evento	Frecuencia por Km/año	Categoría de severidad
33	Flash fire(/b) por fuga de NG por agujero de 1" en zona poblada	4.90E-05	4
34	Flash fire por fuga de NG por rotura de tubería en zona poblada	1.05E-06	5
35	UVCE(/c) por fuga de GN por agujero de 1/4" en zona poblada	4.87E-05	4
36	UVCE por fuga de GN por agujero de 1" en zona poblada	4.90E-05	4
37	Jet fire(/d) continuo por fuga de GN por agujero de 1/4" en zona poblada	1.51E-05	4
38	Jet fire continuo por fuga de GN por agujero de 1" en zona poblada	1.84E-05	5
39	Jet fire continuo por fuga de GN por rotura de tubería en zona poblada	2.63E-05	4
<b>TOTAL</b>		<b>2.08E-04</b>	

(/a) Número de caso, según la evaluación de TGP.  
 (/b) Llamada o fogonazo.  
 (/c) Explosión de nube de vapor no confinada (Unconfined Vapor Cloud Explosión, UVCE).  
 (/d) Chorro de fuego (similar a un lanzallamas).  
 Fuente: TGP, 2012 (pp. 142 y ss.)

De lo anterior, la frecuencia teórica de que una falla en los ductos de Camisea pueda provocar incapacidad total o fatalidad a una o más personas, es de aproximadamente 2 casos en 10 mil años, por lo cual sería un evento poco probable.

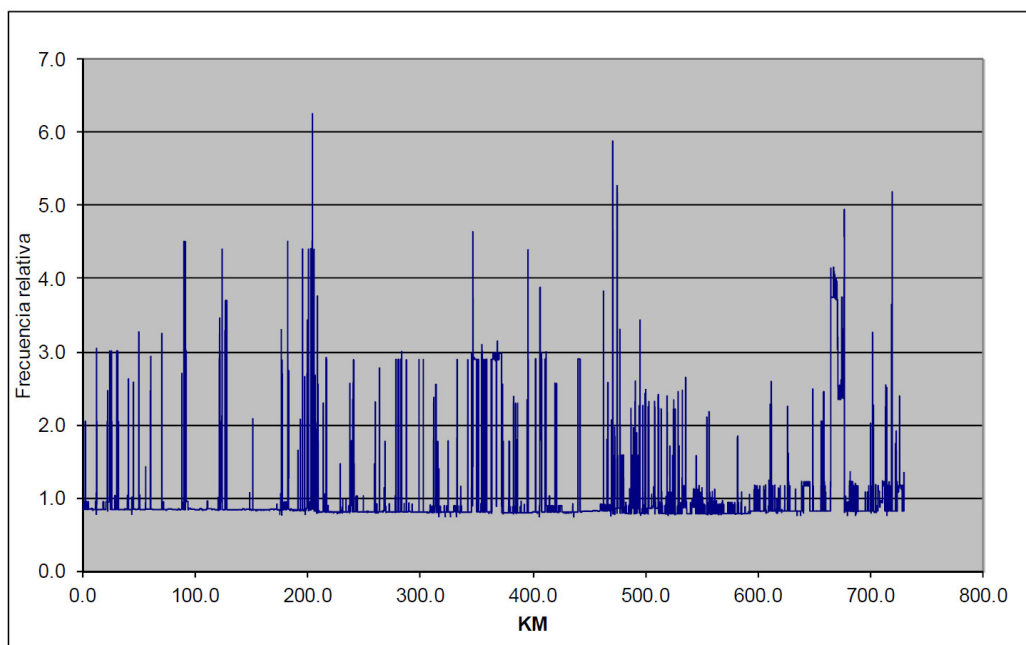
Cabe indicar que la frecuencia de  $2.08 \times 10^{-4}$  no garantiza que no pasen accidentes este año (o en el próximo), significa, eso sí, que es poco probable que el ducto de transporte de GN falle y provoque consecuencias críticas para las personas (incapacidad total o muerte).

Por último, cabe anotar que la frecuencia de accidentes no es constante durante toda la traza de los ductos. Existen áreas geográficas donde la probabilidad de fallas

<sup>37</sup> Si bien hay diferencias matemáticas al hablar de frecuencias y probabilidades, para los objetivos de este trabajo se utilizarán ambos términos indistintamente.

es mayor. Así, por ejemplo, en los Kilómetros Progresiva 200 y 500, la probabilidad de ocurrencia de fallas es 6 veces mayor que en otras partes del gasoducto.

**Gráfico 28: Frecuencia relativa de falla – Ducto de GN de TGP**



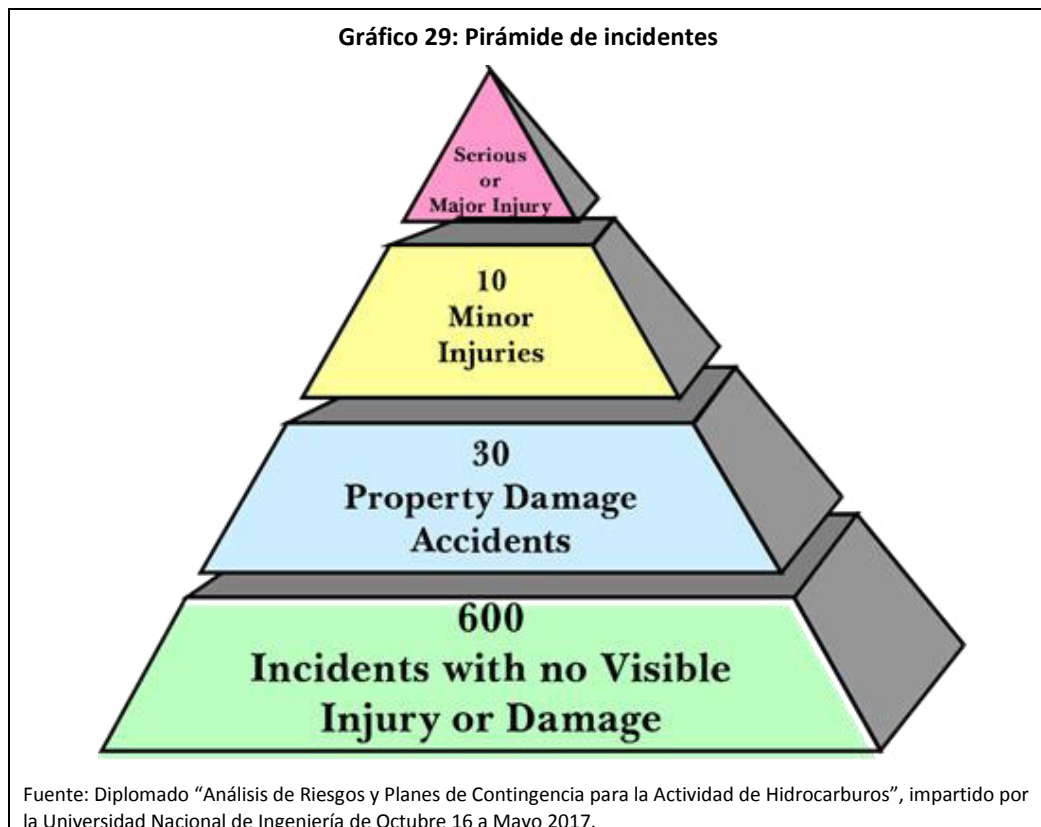
Fuente: TGP, 2012 (p. 114)

### **2.8.3. La pirámide de incidentes**

En 1921 Herbertr Heinrich, un asesor de empresas de seguros, encontró que por cada accidente que cause un daño de grandes dimensiones, hubo 29 incidentes que provocaron daños menores y 300 que no causaron daños. Desde entonces, la relación 1:29:300 ha sido conocida como la Ley de Heinrich (SWA, 2013, pp. 7 y 8).

Posteriormente, en 1969, Frank Bird, también relacionado con las empresas de seguros, llevó a cabo un estudio con la finalidad de someter a prueba la Ley de Heinrich. Bird examinó 1'753,498 incidentes reportados por 297 empresas de 21 grupos industriales diferentes, y concluyó que por cada accidente de daños graves hubo 9.8 accidentes que provocaron daños menores. Los hallazgos de Bird modificaron la relación encontrada por Hienrich en lo que actualmente se conoce como Pirámide de Bird o de incidentes (SWA, 2013, pp. 7 y 8).

Lo anterior es resumido por Botta, quien indica como una de las conclusiones más destacadas de la Pirámide de Bird que “*por cada accidente con consecuencias graves o mortales, se produjeron 10 lesiones leves que sólo requirieron primeros auxilios, 30 accidentes que sólo produjeron daños materiales y 600 incidentes sin lesión ni daños materiales*” (Botta, 2010, p. 27).



De lo indicado, se desprenden las siguientes relaciones: i) por cada accidente grave, habrían ocurrido 10 accidentes menores; ii) por cada 30 accidentes con la capacidad de dañar a la infraestructura, habría un incidente grave, y iii) por cada 600 incidentes que no produjeron un daño aparente, habría un incidente de grandes dimensiones.

Sobre este punto, cabe traer a colación el ejemplo del accidente de consecuencias desastrosas producido por una falla en el pozo Deep-water Horizon en el Golfo de México, ocurrido por una “pequeña” infracción a los estándares de seguridad que generaron la muerte de 13 trabajadores y uno de los mayores derrames de petróleo de

la historia. Este incidente es un caso en el cual un “pequeño” incumplimiento de aspectos de seguridad (con poca probabilidad de generar accidentes) produce un evento catastrófico (Vásquez, 2013, p. 8). Hechos como este nos obligan a ser cautos, respecto a los eventos que pueden producir consecuencias graves.

## **2.9. Consideraciones para el tratamiento de los riesgos**

---

### **2.9.1. Visión integral**

---

Las medidas de mitigación de los riesgos no deben perder de vista las motivaciones de los actores implicados en el proceso de gestión de riesgos abordados en este trabajo: Estado, Sociedad (comunidades) y empresa.

*“Principal apuesta del Estado: consolidar o crear condiciones óptimas para la democracia.*

*Principal apuesta de las comunidades: la duración de una generación a otra.*

*Principal apuesta de las Empresas: lograr una mayor responsabilidad ambiental y social.”* (Fontaine, 2010, p. 59).

Si vemos cada problema de manera separada, y tratamos de resolverlos separadamente, podremos obtener soluciones de corto plazo, oportunistas y temporales, sin abordar los problemas más profundos, aquellos que producen desequilibrio (Sen, 2009, p. 4).

Asimismo, respecto al sector más débil entre los mencionados: las comunidades, es necesario señalar que en un Estado de derecho, la democracia debe juzgarse no solo por las instituciones que existen formalmente, sino por la medida en la cual las diferentes voces de los diversos sectores de la población pueden ser realmente escuchados (Sen, 2009, p. xiii).

En línea con lo indicado, la licencia social de las medidas que el Estado o la empresa tomen deben ser validadas por la opinión pública que definirá la legitimidad de dichas propuestas (Fontaine, 2010, p. 72).

### **2.9.2. Límites a la mitigación de riesgos**

---

Es importante no perder de vista que en aspectos tan complejos como los que implican factores ambientales, institucionales y sociales, las medidas de mitigación más eficaces no son fáciles de identificar.

En la industria de gas natural, y en general para cualquier tipo de industria, es técnicamente imposible eliminar los riesgos de accidentes, dada la naturaleza de las actividades involucradas. Ello conlleva a que el Estado regule que los esfuerzos de las empresas sean los requeridos para asegurar un nivel de riesgo tolerable (Vásquez, 2012, p. 9).

En ese sentido, la consecución de la máxima mitigación factible debe considerar el hecho de que la factibilidad es un concepto subjetivo que abarca dimensiones tecnológicas, económicas, cognitivas, financieras, políticas y sociales, relacionadas a la vulnerabilidad, y su consideración ayuda a definir hasta qué punto reducir los riesgos (Oppenheimer et al, 2014, p. 1085).



### 3. Diseño metodológico

*Si no sabes a dónde vas, cualquier camino te llevará allí.*

*(Lewis Carroll, Alicia en el país de las maravillas).*

#### 3.1. Tipo y nivel de la investigación

---

La presente investigación es de tipo explorativo y descriptivo.

Asimismo, en función a las variables analizadas, se contemplan los niveles cualitativo y cuantitativo.

#### 3.2. Conceptualización

---

##### 3.2.1. Fundamentación de la hipótesis

---

La hipótesis de esta investigación es la siguiente:

***El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo.***

El objetivo de esta tesis es determinar si el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la franja de seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo.

##### 3.2.2. Variables relacionadas a la hipótesis

---

La hipótesis de este trabajo de investigación: “El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la franja de seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo”, plantea las siguientes variables:

Tabla 28: Variables relacionadas a la hipótesis			
VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	ANÁLISIS
<b>Nivel de Riesgo</b>	Combinación de las consecuencias de un evento y su frecuencia de ocurrencia.	$a_1 = b_1 \times c_1$ .	<b>Cualitativo</b>
<b>Frecuencia</b>	Número de incidentes en un gasoducto que pueden causar la fatalidad o incapacidad permanente de una o más personas que viven en la <i>franja de seguridad</i> de un gasoducto. Estos eventos se considerarán para un periodo de un año.	$b_1$ = Número de eventos que pueden causar fatalidades o lesión permanente en un periodo de 1 año.	<b>Cuantitativo</b>
<b>Consecuencias</b>	Número de fatalidades o del número de personas que queden con incapacidad permanente, debido a la ocurrencia de un incidente en el gasoducto.  La ocurrencia de los incidentes citados producen consecuencias tangibles e intangibles en la empresa, el estado y la sociedad.	$c_1$ = Número de fatalidades o de personas con incapacidad permanente debidas a la ocurrencia de un evento del tipo $b_2$	<b>Cualitativo</b>
Elaboración propia.			

Definidas las variables principales, corresponde determinar las variables que nos ayudarán a determinar la frecuencia y probabilidad, las cuales tendrán un cariz cuantitativo; así como las variables asociadas a las consecuencias, las cuales serán analizadas de manera cualitativa.

### 3.3. Diseño de la investigación

---

El diseño utilizado para alcanzar los objetivos de la presente investigación, una vez identificado el problema y planteada la hipótesis, contemplará las siguientes etapas:

#### 1° **Determinación de las variables y desarrollo del modelo.**

Determinar las variables que resultan relevantes para determinar la hipótesis de la investigación, que “el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la franja de seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo”.

Con dichas variables se desarrollará un modelo o “diagrama causal” explicativo de la situación actual respecto a la relación entre las variables (causa-efecto) y el tipo de influencia entre las mismas, la cual puede ser directa (o positiva)<sup>38</sup>, o inversa (o negativa).<sup>39</sup>

Es pertinente, tener presente que el Diagrama Causal no es sino una mera representación (un modelo mental) del Mundo Real que hace un observador (o grupo de observadores) desde una perspectiva determinada, Por lo cual pueden haber tantos Diagramas Causales como observadores existan (Rodríguez, abril de 2016b).

#### 2° **Formalización del modelo y simulación.**

En esta etapa el diagrama causal es convertido en un diagrama de Forrester o de flujos y niveles, con la finalidad de incluir las ecuaciones del modelo, de manera tal que pueda ser simulado por una computadora, con la finalidad de determinar las proyecciones que el modelo genera (Aracil, 1995, p. 59).

---

<sup>38</sup> La relación entre una variable y otra será directa o positiva si al incrementar una de ellas, la otra también se incrementa; o si, por el contrario, al disminuir una de, la otra también lo hace. (ARACIL, 1995. Pág. 21)

<sup>39</sup> La relación entre una variable y otra será inversa o negativa si al incrementar una de ellas, la otra disminuye; o si, por el contrario, al disminuir una de ellas, la otra aumenta. (ARACIL, 1995. Pág. 21)

Cabe anotar que las simulaciones de este trabajo se han realizado con el software Stella versión 10.1.2.

**Imagen 16:Créditos del software Stella, versión 10.1.2**



### **3° Evaluación del modelo.**

En esta fase, las proyecciones y resultados del modelo son analizadas para evaluar su validez y calidad. El análisis puede comprender desde la comprobación de la consistencia lógica de las consideraciones que incorpora hasta el estudio de la correlación entre las proyecciones generadas por el modelo y los resultados evaluados en la realidad (Aracil, 1995, p. 59).

### **4° Propuesta de políticas.**

Consiste en la propuesta de políticas con la finalidad de mejorar el comportamiento de la variable considerada como problema. Esto implica modificar la estructura dinámica original que explica el problema y

plantear una nueva estructura dinámica que permita «solucionar» o «aliviar», la situación encontrada. (Rodríguez, mayo de 2016).

### **5° Explotación del modelo**

En esta última etapa, el modelo se emplea para simular e interpretar el resultado de las políticas propuestas, según lo indicado en el ítem anterior, que puedan aplicarse al sistema en estudio. En esta etapa se plantean escenarios que representan las situaciones que el modelo trata de reproducir (Aracil, 1995, pp. 59 y 60).

En las próximas líneas se desarrollarán los pasos correspondientes al diseño de esta investigación.

### **3.4. Ventajas y desventajas de la simulación**

---

Ballón (2010) señala las siguientes ventajas para la simulación:

- Permite adquirir una experiencia rápida a bajo costo y sin riesgos (no se compromete la confiabilidad del sistema en los ensayos)
- Identifica “cuellos de botella” en un sistema complejo.
- Permite realizar un estudio sistemático de alternativas.
- Permite plantear estrategias frente a un problema determinado (por ejemplo, el ensayo de estrategias de guerra, faceta en la cual se utilizó por primera vez la simulación).
- No tiene límite en cuanto a complejidad, todo sistema, por complejo que sea, puede ser modelizado, y sobre ese modelo es posible ensayar alternativas.

(Ballón, 2010, pp. 88 y 89).

De otro lado, Ballón (2010) expone las siguientes desventajas en los resultados de la simulación:

- No es posible asegurar que el modelo sea válido, dado que un modelo es una representación del mundo real, puede no describir de manera adecuada el mundo real.
- Es riesgoso tomar medidas erróneas, basadas en conclusiones provenientes de un modelo que no representa la realidad.
- No existe un criterio científico para seleccionar las alternativas a simular.
- Es posible omitir una buena alternativa simplemente porque a nadie se le ocurrió ensayarla.
- Es posible elaborar un andamiaje de pruebas y resultados falsos, basados en un modelo confiable, pero válido para otras condiciones.

(Ballón, 2010, pp. 89 y 90).

#### 4. Determinación de variables y desarrollo del modelo

*“En el ámbito económico, una acción, una costumbre, una institución,  
una Ley, no producen un solo efecto, sino una serie de efectos.  
De éstos, únicamente el primero es inmediato,  
y dado que se manifiesta a la vez que su causa, lo vemos.  
Los demás, al desencadenarse sucesivamente, no los vemos;  
bastante tendremos con preverlos”*

*Frédéric Bastiat*

##### 4.1. Modelación de la frecuencia (escenario *ex-ante*)

---

El objetivo de esta tesis es determinar si el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo. Corresponde recordar que el nivel de riesgo está definido como la combinación de las consecuencias de un evento y su frecuencia de ocurrencia.

En ese sentido, inicialmente se desarrollarán las variables que impactarían en la frecuencia de fallas de un ducto de GN, postulando un modelo que explique la situación antes de la ocurrencia de incidentes que produzcan fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad (escenario *ex-ante*).

Cabe añadir que las medidas que se realicen antes de la ocurrencia de un incidente tienen un carácter preventivo. Posteriormente, al evaluar las consecuencias, se propondrá el modelo considerando los efectos posteriores a la ocurrencia de un incidente (*escenario ex-post*).

Es importante remarcar que para determinar la Frecuencia el análisis a realizar será cuantitativo, y que para el análisis de las Consecuencias y el Nivel de Riesgo, el análisis será de tipo cualitativo.

#### 4.1.1. Amenazas que impactarían a la frecuencia

Cabe mencionar que parte de lo expuesto en esta sección ha sido publicado en la revista “Ciencia y Tecnología”<sup>40</sup>, en el artículo “Política de Gestión de Riesgos: el caso del transporte de gas natural por ductos”, elaborado por el autor de esta tesis.

En el numeral 2.1.2. “La Norma ASME B31.8S” se expusieron las 22 amenazas que pueden causar una afectación a la integridad de los ductos. De dichas amenazas, se considerará aquellas que puedan impactar en la frecuencia de fallas del ducto de GN de Camisea, según lo siguiente:

**Tabla 29: Amenazas que impactarían la frecuencia de incidentes que puedan causar fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en FS**

N°	Amenaza	Consideración	Justificación
1.	Corrosión externa.	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aunque la corrosión es dependiente del tiempo, la empresa mantiene programas de monitoreo y control de la corrosión interna y externa que mantienen este aspecto bajo control.</li> <li>El factor de corrosión está considerado en el valor de la frecuencia indicado en el Estudio de Riesgos.</li> <li>El espesor de la tubería de los ductos considera en su diseño la corrosión.</li> </ul>
2.	Corrosión interna.		
3.	SCC ( <i>stress corrosion cracking</i> ).		
4.	Costura de la tubería defectuosa.	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estas amenazas son fijas o estables en el tiempo.</li> <li>No van a aumentar ni a disminuir en el transcurso del tiempo.</li> <li>Estas amenazas están consideradas en el valor de la frecuencia indicado en el Estudio de Riesgos.</li> </ul>
5.	Tubo defectuoso.		
6.	Cordón de soldadura defectuoso.		
7.	Realización defectuosa de la soldadura.		
8.	Arrugas o dobleces en curvados (buckle).		

<sup>40</sup> Revista indizada en Latindex, con código ISSN 2070-089X y calificada como revista científica con visión internacional.



N°	Amenaza	Consideración	Justificación
9.	Roscas estropeadas / tubos agrietados / fallas en acoples.		
10.	Fallas en los Empaques O-ring.		
11.	Fallas en dispositivos de alivio y/o control.		
12.	Fallas en la empaquetadura en sellos o bombas.		
13.	Otras fallas en equipos.		
14.	Daño infligido por tercera parte	<b>Se estima que la frecuencia de fallas causadas por daño infligido por tercera parte aumente.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se estima que el número de personas ubicadas en áreas vulnerables irá en aumento, en consideración a las proyecciones del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021.</li> <li>• El aumento del número de personas ubicadas en áreas vulnerables también aumentaría, debido a la migración provocada por: el cambio climático, la presencia de conflictos sociales, ocurrencia de desastres, falta de gobernabilidad, terrorismo, narcotráfico, migrantes de países con inestabilidad política, etc.</li> <li>• Lo indicado anteriormente impactaría en el aumento de las personas que se colocarían en la franja de seguridad de los ductos.</li> <li>• Asimismo, en periodos de elecciones, puede haber motivación política por parte de los candidatos para promover la invasión de la franja de seguridad.</li> </ul>
15.	Daño mecánico previo de la tubería (modo de falla retardado).	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta amenaza estaría considerada en el valor de la frecuencia indicado en el Estudio de Riesgos.</li> </ul>

N°	Amenaza	Consideración	Justificación
16.	Vandalismo.	<b>Se estima que la frecuencia de fallas causadas por vandalismo aumente.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si bien la subversión (narco-terrorismo) ocurre principalmente en la zona del VRAEM (alejada de la costa, a la cual se circunscribe el alcance de este trabajo) no se puede descartar que dicho problema no vaya a afectar los ductos en la costa.</li> <li>• De otra parte, la baja aprobación de las principales instituciones del Estado cuestiona su legitimidad y la propia democracia. Tal es el caso de la alta desaprobación del Poder Judicial y el Congreso.</li> <li>• Asimismo, no se puede descartar la presencia de conflictos sociales que puedan afectar la integridad de los ductos.</li> </ul>
17.	Procedimientos operacionales incorrectos.	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa mantiene programas de capacitación y adiestramiento adecuados, por lo cual esta amenaza estaría bajo control.</li> <li>• Esta amenaza estaría considerada en el valor de la frecuencia indicado en el Estudio de Riesgos.</li> </ul>
18.	Bajas temperaturas.	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se estima que en la costa las temperaturas disminuyan hasta afectar a los ductos.</li> <li>• Las temperaturas tendrían que bajar a menos de 0° grados para afectar a los ductos, o al producto transportado.</li> </ul>
19.	Rayos.	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la costa al sur de Lima (a la cual se limita el alcance de este trabajo) no es común la presencia de rayos.</li> <li>• Sin embargo, la empresa mantiene esta amenaza bajo control al contar con sistemas de pararrayos adecuados y bien mantenidos.</li> </ul>
20.	Lluvias fuertes o inundaciones.	<b>Se estima que la frecuencia de fallas causada por esta amenaza aumente.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se estima que aumente debido al cambio climático, el cual puede afectar la presencia de lluvias.</li> <li>• Cabe indicar que en el análisis de Estudios de Riesgos de TGP, este factor se considera limitado, respecto a las causas de falla.<sup>41</sup></li> </ul>

<sup>41</sup> Sobre el particular, el Estudio de Riesgos de TGP señala que "El área de afectación de un Niño es principalmente la costa norte y sierra del Perú, su impacto sobre el área de los ductos se considera limitado." TGP, 2012 (pág. 86).

N°	Amenaza	Consideración	Justificación
21.	Movimientos (deslizamientos) de tierra.	No se espera cambios que afecten la frecuencia de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ni el ducto de GN ni el de LGN han fallado en el sector de costa (área del alcance de este estudio) por esta razón.</li> <li>Esta amenaza es sobremanera relevante en el área de selva, por lo cual no se espera que la frecuencia de falla en la zona de costa sea modificada por este tema.</li> <li>Este aspecto está considerado en el diseño del ducto.</li> </ul>
22.	Desconocida.	<b>Se estima que la frecuencia de fallas está afectada por esta amenaza.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presencia de fallas no consideradas, ni conocidas durante la evaluación.</li> <li>El evento de tipo “cisne negro” no se puede descartar.</li> <li>Cada persona analiza los riesgos en base a su propia experiencia, conocimientos y punto de vista.</li> <li>Es imposible que una persona (o equipo de personas) considere todos los factores.</li> </ul>
Elaboración propia.			

#### 4.1.2. Variables relacionadas a la Frecuencia

Las variables de la investigación a utilizarse en el Diagrama Causal, considerando las amenazas que impactarían la frecuencia de ocurrencia de incidentes que puedan causar fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad, son las siguientes:

**Tabla 30: Variables relacionadas a la Frecuencia, en el Diagrama Causal**

VARIABLE	DEFINICIÓN
AMENAZAS NO IDENTIFICADAS	Afectación a los ductos de GN capaz de producir fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la franja de seguridad, causada por factores no consideradas, ni conocidas durante el diseño del ducto ni durante la evaluación de riesgos.
CAMBIO CLIMÁTICO	Fenómeno producido por la variación del clima del planeta generada por la acción del ser humano, el cual puede producir inundaciones o cambios que provoquen el desplazamiento de personas (migración).
CAPACITACIÓN DE LA EMPRESA.	Capacitación realizada por la empresa operadora a las personas ubicadas en las áreas de influencia directa de los ductos de GN, referida a los riesgos de invadir la franja de seguridad.



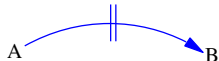
VARIABLE	DEFINICIÓN
CONFLICTOS SOCIALES	Conflictos provenientes de la ocurrencia de una falla en un ducto de GN que produzca fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la franja de seguridad.
DAÑO POR TERCERA PARTE	Afectación de un ducto por tercera parte (personas ajenas a la empresa) que pueda causar fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la franja de seguridad.
DESASTRES	Desastres de origen natural o antrópico que pueden provocar la migración de personas.
EFICACIA DEL GASTO EN EDUCACIÓN	Qué tan bien se ejecutan los gastos en el sector educación, en la medida en que responden a una planificación previa.
EFICACIA DEL GASTO EN SALUD	Qué tan bien se ejecutan los gastos en el sector salud, en la medida en que responden a una planificación previa.
EFICIENCIA DEL GASTO EN SALUD	Qué porcentaje de lo previsto para atender al sector salud ha sido efectivamente ejecutado.
EFICIENCIA DEL GASTO EN EDUCACIÓN	Qué porcentaje de lo previsto para atender al sector educación ha sido efectivamente ejecutado.
FRECUENCIA	Número de incidentes en un gasoducto que pueden causar la fatalidad o incapacidad permanente de una o más personas que viven en la franja de seguridad. Estos eventos se considerarán para un periodo de un año.
GESTIONES CON AUTORIDADES.	Gestiones realizadas por la empresa operadora con las autoridades de las áreas de influencia directa de los ductos de GN.
GOBERNABILIDAD	Capacidad política del Estado para atender las demandas de la sociedad, imponer orden y dictar justicia.
INUNDACIONES.	Afectación a los ductos de GN capaz de producir fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la franja de seguridad, causada por inundaciones y/o lluvias copiosas.  Se considera este factor, debido a que la empresa puede ejecutar actividades puntuales para mitigar esta amenaza, pero no puede construir la infraestructura necesaria para atender este problema a una escala regional.
INVERSIÓN EN EDUCACIÓN.	Porcentaje del PBI del Estado destinado al sector educación.
INVERSIÓN EN SALUD	Porcentaje del PBI del Estado destinado al sector salud.
MIGRACIÓN	Desplazamiento de personas impulsada por factores como desastres, narco-terrorismo o efectos del cambio climático.

VARIABLE	DEFINICIÓN
MOTIVACIÓN A INVADIR	Motivación de los postulantes a puestos públicos que promueven la invasión de la franja de seguridad.  Se considera que esta motivación ocurre cada 4 años, que es el periodo de gobierno de una alcaldía.
NARCO-TERRORISMO	Situación de terrorismo y/o narcotráfico que puede producir afectaciones a los ductos de GN por Vandalismo.
NIVEL DE RIESGO	Combinación de las consecuencias de un evento y su frecuencia de ocurrencia
Nº DE PERSONAS EN ÁREAS VULNERABLES	Número de personas ubicadas en áreas con un alto riesgo de ocurrencia de desastres naturales.
Nº DE PERSONAS EN LA FRANJA DE SEGURIDAD	Número de personas ubicadas en la franja de seguridad de los ductos de GN.
PATRULLAJE DE LA FRANJA DE SEGURIDAD	Patrullaje realizado por la empresa operadora para monitorear el aumento de personas en la franja de seguridad.
REUBICACIÓN DE PERSONAS	Personas que son reubicadas de las áreas vulnerables debido a políticas o gestiones de las instituciones estatales.
VANDALISMO.	Afectación a los ductos de GN capaz de producir fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la franja de seguridad, causada por sabotaje, robo o atentado.
VULNERABILIDAD A LA POBREZA	Pérdida de bienestar, respecto a expectativa de vida, analfabetismo y salud.
Fuente: Robles (2019) Elaboración propia.	

#### 4.1.3. Modelo causal, considerando la frecuencia

El modelo causal considera las variables listadas la sección anterior, y la relación entre ellas. Se debe considerar los diferentes tipos de relación causal entre una variable de causa (variable-causa) y una variable de efecto (variable-efecto).

La siguiente tabla expone los tipos de relación causal:

Tabla 31: Tipos de relaciones en el Diagrama Causal (D-C)		
TIPO	DEFINICIÓN	REPRESENTACIÓN
<b>RELACIÓN DIRECTA O POSITIVA</b>	<p>La relación causal entre dos variables será directa o positiva si al incrementar el valor de la variable-causa, la variable-efecto también se incrementa; o si, al disminuir la variable-causa, la variable-efecto también se reduce.</p> <p>Este tipo de relaciones se representa a través de una flecha con un signo positivo (+).</p>	
<b>RELACIÓN INVERSA O NEGATIVA</b>	<p>La relación causal entre dos variables será inversa o negativa si al incrementar el valor de la variable-causa, la variable-efecto se reduce; o si, al disminuir la variable-causa, la variable-efecto se incrementa.</p> <p>Este tipo de relaciones se representa a través de una flecha con un signo negativo (-).</p>	
<b>RELACIÓN CON RETRASO</b>	<p>Relaciones en las cuales al modificarse la variable-causa, los efectos tardan cierto tiempo en manifestarse. Por ejemplo, si se implementa una política educativa, los resultados de dicha política se manifestarán luego de que un grupo de individuos sea educado (lo cual puede tardar un periodo de varios años).</p> <p>Este tipo de relaciones se representa con dos líneas paralelas en medio de una flecha de relación causal.</p>	
<p>Fuente: Aracil (1995); y Rodríguez (abril de 2016<sup>a</sup>). Elaboración propia.</p>		

En consideración a lo anterior se desarrolló el modelo causal que considera las variables que impactarían en la frecuencia de incidentes en ductos de GN que puedan causar fatalidades o incapacidades permanentes a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.

En este modelo se ha considerado las amenazas que puedan hacer fallar un ducto de GN, así como las variables que puedan afectar dichas amenazas. Cabe recordar que según el análisis desarrollado en el numeral 4.1.1 “Amenazas que impactarían a la frecuencia”, se encontró que las amenazas que afectarían a los ductos de GN en el área de costa, son las siguientes:

- Daño infligido por tercera parte.
- Vandalismo.
- Lluvias fuertes o inundaciones.
- Causa Desconocida.

El modelo causal propuesto por este trabajo, respecto a las variables que afectarían la frecuencia de ocurrencia de eventos que puedan causar fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad, es expuesto en el siguiente gráfico.





## **4.2. Modelación del escenario *ex-post***

---

La sección anterior presentó el modelo de la situación problemática antes de la ocurrencia de un incidente en un ducto de GN que produzca fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.

Para alcanzar el objetivo de la tesis (determinar si el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la franja de seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo) corresponde evaluar la evolución de las consecuencias en el tiempo. Debido a que el nivel de riesgo está definido por la combinación de las consecuencias de un evento y su frecuencia de ocurrencia, dicha evolución nos dirá si el nivel de riesgo aumenta en el tiempo.

La evaluación de la situación después de la ocurrencia de un incidente en un ducto de GN que produzca fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad corresponde a un escenario *ex-post*, para el cual hay que tomar las consideraciones que sean pertinentes.

Cabe indicar que para las Consecuencias y el Nivel de Riesgo, el análisis será cualitativo.

### **4.2.1. Consecuencias percibidas y no percibidas**

---

De producirse un evento en un ducto de gas natural que produzca fatalidades o incapacidad permanente, se desatarán una serie de factores que no siempre son percibidos, haciendo que los costos y las secuelas de dicho evento sean mucho mayores a lo imaginado.

Ello explica la diferencia entre el riesgo “real” y el riesgo “percibido” por los actores envueltos en el servicio de transporte de gas natural, quienes rara vez tienen en consideración de que existen costos ocultos.

En el modelo a proponer se ha establecido que las consecuencias de una fatalidad o incapacidad permanente, producto de la falla de un ducto de gas natural, afectan a los siguientes actores: la empresa operadora del ducto de gas natural (Empresa), el

Estado, y la población. De estos tres actores, la empresa es la que cuenta con mayor información y está mejor preparada para afrontar las consecuencias de una falla en su gasoducto, puesto que cuenta con seguros, análisis de riesgo, planes de contingencia, garantías contractuales, etc.

Líneas atrás se señaló la existencia de costos “ocultos” o indirectos después de la ocurrencia de accidentes, asimismo se explicó el “iceberg” de los costos producidos por los accidentes (ver el numeral 2.7.2 de este trabajo) indicándose que los costos ocultos que una empresa tendría que asumir después de la ocurrencia de un accidente oscilan entre seis y 53 veces los costos “visibles”.

En ese sentido, en esta investigación, se diferencian las consecuencias en “percibidas” y “no percibidas”, según lo siguiente:

<b>Tabla 32: Consecuencias percibidas y no percibidas</b>	
<b>TIPO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>CONSECUENCIA PERCIBIDA</b>	Consecuencias directas de un incidente que pueda producir una o más fatalidades, o incapacidades permanentes. Tienen carácter tangible.  Estas consecuencias se pueden presupuestar, y se tienen en consideración al realizar los análisis de riesgo.
<b>CONSECUENCIA NO PERCIBIDA</b>	Consecuencias indirectas de un incidente que pueda producir una o más fatalidades, o incapacidades permanentes. Tienen carácter intangible (por ejemplo: la imagen de la empresa).  Estas consecuencias no se suelen presupuestar y rara vez son consideradas al realizar los análisis de riesgo, corresponde a los riesgos “ocultos”.
Fuente: Robles (2019) Elaboración propia.	

Respecto a las consecuencias intangibles que afectan a la empresa, cabe indicar que, si bien es cierto que éstas deben ser cubiertas por la empresa, también es cierto que las consecuencias de una empresa que brinda un servicio público, afectan a la sociedad en su conjunto, debido a que la empresa procurará trasladar sus costos ocultos a los usuarios a través del aumento de la tarifa, mediante la reducción de la calidad del servicio, o cualquier otro medio del cual disponga. De otro lado, si los costos del

incidente fueran impagables por la empresa, esta podría dejar de operar, lo cual podría producir desabastecimiento energético y menores ingresos al fisco.

De otro lado, los costos de las consecuencias no percibidas por el Estado, deben ser pagados por la sociedad en su conjunto. Cabe indicar que el nivel de información de la cual disponen las diferentes instituciones del Estado no es la misma.

Finalmente, la población, los ciudadanos comunes, son quienes disponen de menos información y resultan ser los principales afectados ante la ocurrencia de un incidente grave en un ducto de gas natural. Esta falta de información hace que algunos riesgos sean sobrevalorados, y otros despreciados. Para el caso de las personas que moran en la Franja de Seguridad, la falta de conocimiento, hace que subestimen el nivel de riesgo al cual están expuestas.

#### **4.2.2. Consecuencias de la falla de un ducto de GN**

---

Las consecuencias de la falla de un ducto de gas natural, clasificadas por actores (empresas, Estado, población), y tipos (percibida y no percibida), son las expuestas en la siguiente tabla.

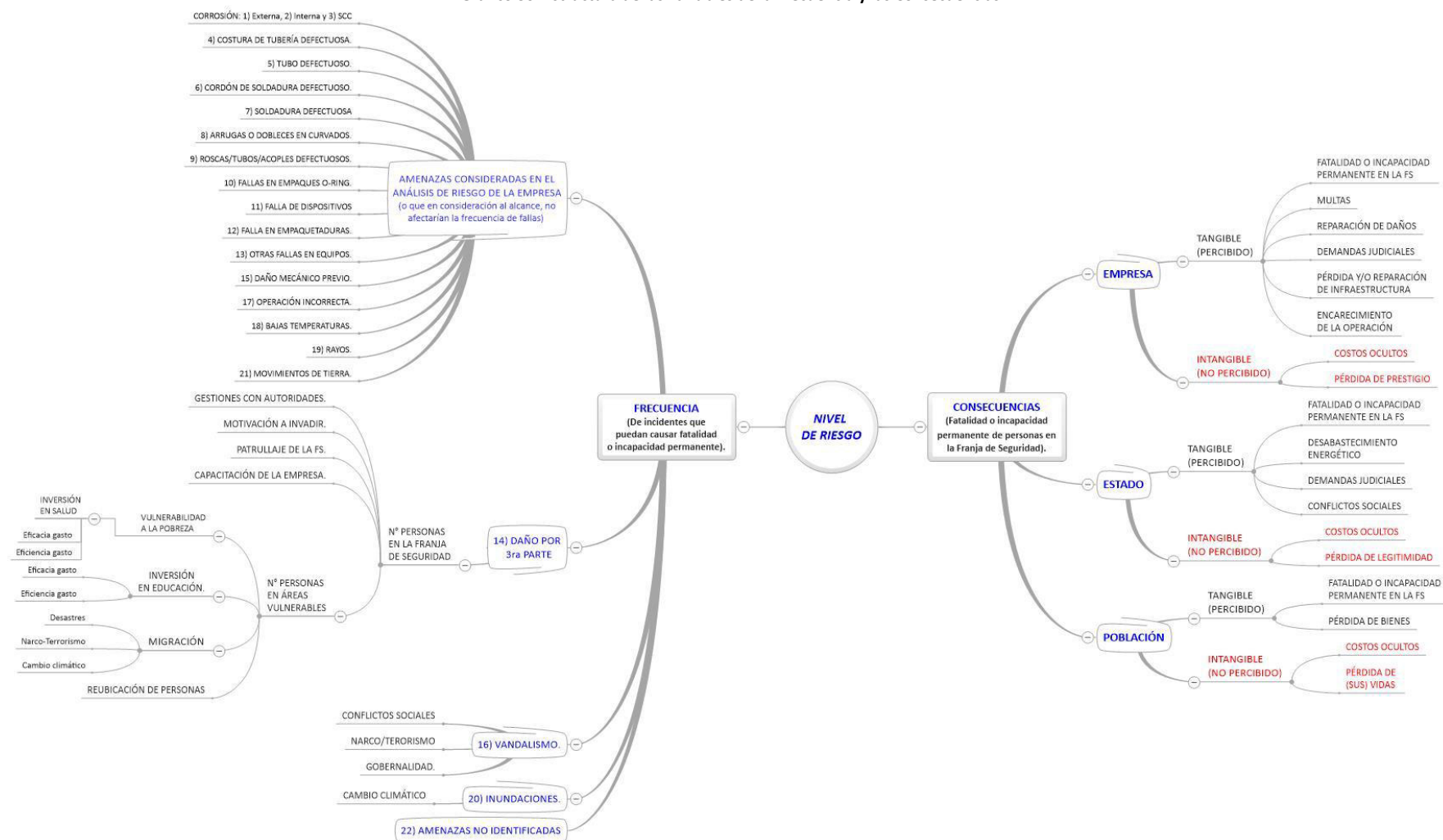
Asimismo, la estructura de las variables del modelo, es expuesta en el Gráfico “Estructura de las variables de la Frecuencia y las Consecuencias”.

**Tabla 33: Consecuencias de la falla de un ducto de GN, por actores y tipo**

ACTOR	TIPO DE CONSECUENCIA	CONSECUENCIAS	DEFINICIÓN
EMPRESA	TANGIBLE (PERCIBIDO)	• <b>Multas.</b>	Sanción económica impuesta por el Estado a la empresa operadora del ducto de gas natural, por el incumplimiento de sus obligaciones a la normativa legal o técnica.
		• <b>Reparación de daños.</b>	Gastos incurridos por la empresa, provenientes de indemnizaciones y de la reparación de daños y perjuicios.
		• <b>Demandas judiciales.</b>	Gastos incurridos en atención a las demandas judiciales del Estado y de los afectados.
		• <b>Pérdida y/o reparación de infraestructura.</b>	Costos por la reparación y/o reposición de la infraestructura de la empresa impactada por la ocurrencia de una falla, con la finalidad de continuar con el servicio de transporte de gas natural.
		• <b>N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS.</b>	Número de fatalidades y/o de personas con incapacidad permanente ubicadas en la Franja de Seguridad del gasoducto. Para la empresa hay una diferencia sustancial en que los afectados sean trabajadores de la empresa (puesto que éstos se encuentran asegurados) o ciudadanos comunes, ajenos a la operación del gasoducto.
		• <b>Encarecimiento de la operación.</b>	Luego de la ocurrencia de un incidente con afectación de personas, se espera el encarecimiento de la operación de un gasoducto, debido entre otros, a los siguientes factores: encarecimiento de la prima de los seguros, penalidades por incumplimiento de los contratos, etc.
	INTANGIBLE (NO PERCIBIDO)	• <b>Pérdida de prestigio.</b>	Pérdida de la confianza por parte de la sociedad y del Estado, de tener la capacidad de brindar un servicio seguro del transporte de gas natural.  Esto conllevaría entre otras cosas, a que el Estado lo supervise con mayor continuidad y le exija medidas de seguridad adicionales a las ya implementadas, o que la comunidad sea más renuente a la operación de transporte de gas natural.
		• <b>Costos ocultos.</b>	Costos indirectos en los cuales se incurre después de la ocurrencia de accidentes, no presupuestados y, por lo mismo, no asegurados. Estos costos varían entre seis y 53 veces los costos “visibles”.

ACTOR	TIPO DE CONSECUENCIA	CONSECUENCIAS	DEFINICIÓN
ESTADO	TANGIBLE (PERCIBIDO)	• Desabastecimiento energético.	Desabastecimiento de gas natural con lo cual se reduce la producción de energía y/o encarecimiento de la energía debido a que esta se tiene que producir con combustibles más costosos.
		• Demandas judiciales.	Gastos incurridos en atención a las demandas judiciales de la empresa y de los afectados.
		• Fatalidad o incapacidad permanente de personas en la FS.	Muerte o incapacidad permanente de una o más personas ubicadas en la Franja de Seguridad del gasoducto.
		• Conflictos sociales.	Conflictos y demandas de la sociedad civil ante la ocurrencia de muertes de las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.
	INTANGIBLE (NO PERCIBIDO)	• Pérdida de legitimidad.	Reducción de la credibilidad de las instituciones del Estado, respecto a que puedan garantizar la seguridad de los ciudadanos.
		• Costos ocultos.	Costos indirectos en los cuales se incurre después de la ocurrencia de accidentes, no presupuestados y, por lo mismo, no asegurados.
POBLACIÓN	TANGIBLE (PERCIBIDO)	• Pérdida de bienes.	Para las personas que moran en la Franja de Seguridad, la pérdida de bienes suele ser mínima, debido a que sus viviendas están realizadas con materiales precarios.
		• Fatalidad o incapacidad permanente de personas en la FS.	Muerte o incapacidad permanente de una o más personas ubicadas en la Franja de Seguridad del gasoducto.
	INTANGIBLE (NO PERCIBIDO)	• Pérdida de (sus) vidas.	Las personas ubicadas en la Franja de Seguridad (y en general la mayoría de las personas expuestas a un riesgo) perciben que el riesgo afectará a otros, no a ellos
		• Costos ocultos.	Costos en los cuales se incurre después de la ocurrencia de accidentes, un costo de este tipo, para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad sería el tiempo invertido en permanecer en dicha franja, con la finalidad de no ser desalojado.
Fuente: Robles (2018) Elaboración propia.			

Gráfico 30: Estructura de las variables de la Frecuencia y las Consecuencias

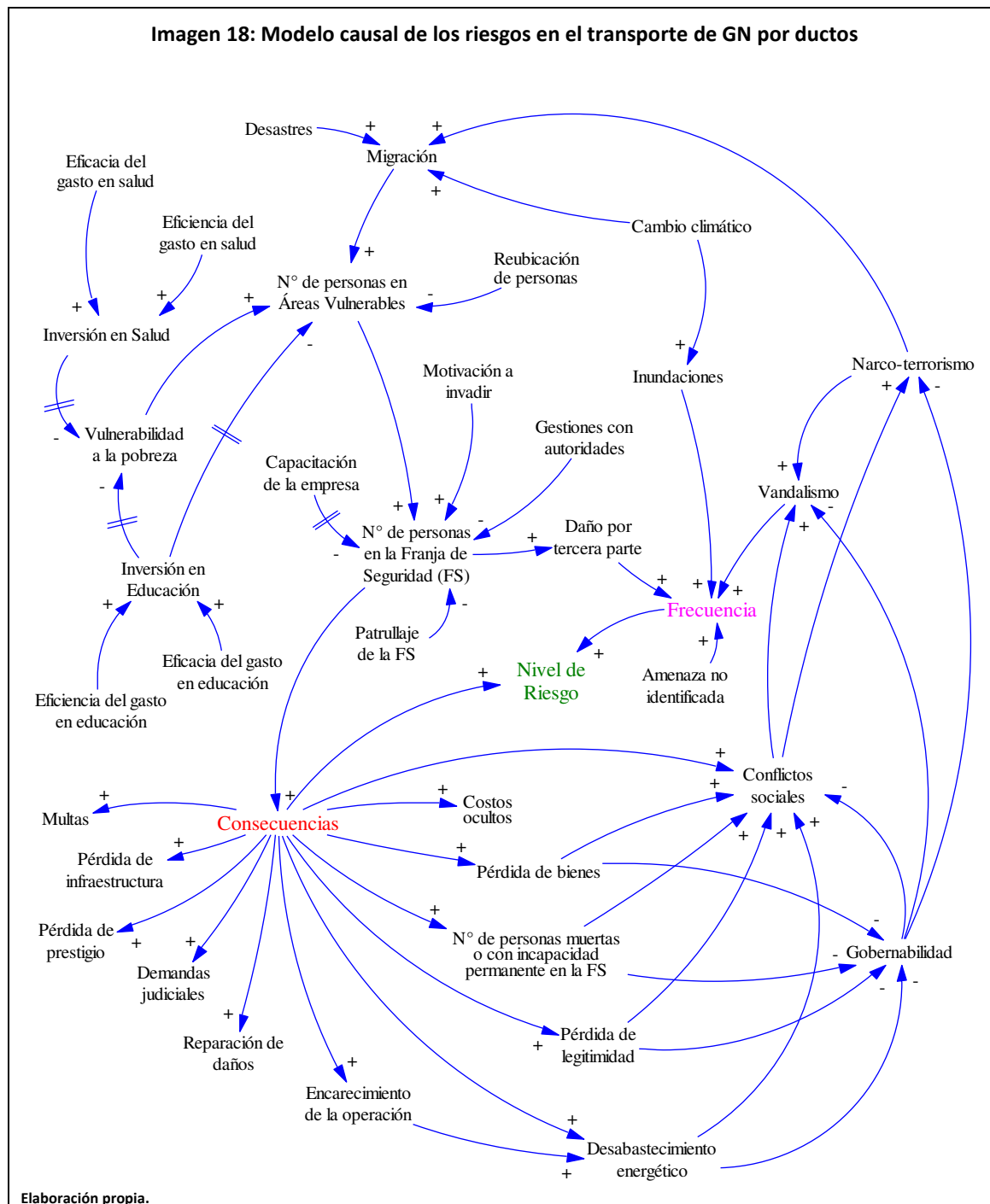


Elaboración propia

#### 4.2.3. Modelo causal propuesto de la situación problemática

El modelo causal propuesto por este trabajo para explicar la situación problemática referida a si el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo es expuesto en la siguiente imagen.

**Imagen 18: Modelo causal de los riesgos en el transporte de GN por ductos**



#### 4.2.4. Supuestos del modelo propuesto

---

Los supuestos propuestos por el modelo son los siguientes:<sup>42</sup>

- i. El “Nivel de Riesgo” tiene una relación positiva con:
  - a) La “frecuencia”, y
  - b) La magnitud de las “consecuencias”
- ii. La “frecuencia” de ocurrencia de fallas del ducto de GN tiene una relación directa con las siguientes variables:
  - a) “Daño por tercera parte”,
  - b) “Inundaciones”,
  - c) “Vandalismo”, y
  - d) La presencia de alguna “amenaza no identificada”.
- iii. El “N° de personas en la Franja de Seguridad” tiene una relación directa con la variable “Daño por tercera parte”.
- iv. El “N° de personas en la Franja de Seguridad” tiene una relación directa con las siguientes variables:
  - a) La “motivación a invadir”, y
  - b) El “N° de personas en Áreas Vulnerables”.
- v. El “N° de personas en la Franja de Seguridad” tiene relación inversa con:
  - a) La “capacitación de la empresa” (como todo proceso de capacitación, los efectos pueden demorar algunos años),
  - b) Las “gestiones con autoridades” de las áreas de influencia directa de los ductos de GN, realizadas por la empresa, y
  - c) El “patrullaje de la franja de seguridad” realizado por la empresa.
- vi. El “narco-terrorismo” tiene una relación inversa con la “gobernabilidad”.
- vii. El “narco-terrorismo” tiene una relación directa con:
  - a) El “vandalismo”,
  - b) La “migración”, y
  - c) Los “conflictos sociales”.
- viii. El “cambio climático” guarda una relación directa con:

---

<sup>42</sup> Las definiciones de los tipos de relaciones “directa” e “inversa” se encuentran en la Tabla 31.



- a) La “migración”.
- b) Las “inundaciones”.
- ix. La ocurrencia de “desastres” tiene relación directa con la “migración”.
- x. La “migración” tiene una relación directa con:
  - a) El “cambio climático”,
  - b) El “narco-terrorismo”,
  - c) Los “desastres”, y
  - d) El “N° de personas en Áreas Vulnerables”
- xi. El “N° de personas en Áreas Vulnerables” tiene una relación directa con las siguientes variables:
  - a) “N° de personas en la Franja de Seguridad”.
  - b) “Migración”.
  - c) “Vulnerabilidad a la pobreza”.
- xii. El “N° de personas en Áreas Vulnerables” tiene una relación inversa con las siguientes variables:
  - a) “Reubicación de personas”
  - b) “Inversión en educación”.
- xiii. La “vulnerabilidad a la pobreza” tiene una relación directa con el “N° de personas en Áreas Vulnerables”.
- xiv. La “vulnerabilidad a la pobreza” tiene una relación inversa con:
  - a) “Inversión en educación”.
  - b) “Inversión en salud”.
- xv. La “inversión en educación” presenta una relación inversa con:
  - a) La “vulnerabilidad a la pobreza”.
  - b) El “N° de personas en Áreas Vulnerables”.
- xvi. La “inversión en educación” presenta una relación directa con:
  - a) La “eficacia del gasto en educación”.
  - b) La “eficiencia del gasto en educación”.
- xvii. La “inversión en salud” presenta una relación directa con:
  - a) La “eficacia del gasto en salud”.
  - b) La “eficiencia del gasto en salud”.

- xviii. La “inversión en salud” presenta una relación inversa con la “vulnerabilidad a la pobreza”.
- xix. El “vandalismo” presenta una relación inversa con la “gobernabilidad”.
- xx. El “vandalismo” presenta una relación directa con:
  - a) El “narco-terrorismo”,
  - b) Los “conflictos sociales”, y
  - c) La “frecuencia”.
- xxi. Los “conflictos sociales” presentan una relación inversa con la “gobernabilidad”.
- xxii. Los “conflictos sociales” presentan una relación directa con:
  - a) El “vandalismo”,
  - b) El “narco-terrorismo”.
  - c) Las “consecuencias”,
  - d) La “pérdida de bienes”, y
  - e) El “N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS”.
- xxiii. La “gobernabilidad” presenta una relación inversa con:
  - a) Los “conflictos sociales”,
  - b) El “vandalismo”,
  - c) El “narco-terrorismo”,
  - d) El “desabastecimiento energético”,
  - e) La “pérdida de legitimidad” del Estado,
  - f) El “N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS” y
  - g) La “perdida de bienes” de las personas ubicadas en FS.
- xxiv. Las “consecuencias” presentan una relación directa con:
  - a) Las “multas”,
  - b) La “pérdida de infraestructura”,
  - c) La “pérdida de prestigio” de la empresa,
  - d) La “reparación de daños”,
  - e) Las “demandas judiciales”,
  - f) El “encarecimiento de la operación”,
  - g) El “desabastecimiento energético”,
  - h) La “pérdida de legitimidad” del Estado.

- i) El “N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS”,
  - j) La “pérdida de bienes” de las personas ubicadas en FS.
  - k) Los “costos ocultos”,
  - l) Los “conflictos sociales”,
  - m) El “nivel de riesgo”, y
  - n) El “N° de personas en la Franja de Seguridad”
- xxv. El “encarecimiento de la operación” presenta una relación directa con:
- a) La magnitud de las “consecuencias”, y
  - b) El “desabastecimiento energético”.
- xxvi. La “pérdida de bienes” de las personas ubicadas en FS tiene una relación inversa con el nivel de “gobernabilidad”.
- xxvii. La “pérdida de bienes” presenta una relación positiva con:
- a) La magnitud de las “consecuencias”, y
  - b) El aumento de los “conflictos sociales”.
- xxviii. El “N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS” tiene una relación inversa con el nivel de “gobernabilidad”.
- xxix. El “N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS” presenta una relación positiva con:
- a) La magnitud de las “consecuencias”, y
  - b) El aumento de los “conflictos sociales”
- xxx. La “pérdida de legitimidad” del Estado presenta una relación inversa con el nivel de “gobernabilidad”.
- xxxi. La “pérdida de legitimidad” presenta una relación positiva con:
- a) La magnitud de las “consecuencias”, y
  - b) El aumento de los “conflictos sociales”.
- xxxii. El “desabastecimiento energético” tiene una relación inversa con el nivel de “gobernabilidad”.
- xxxiii. El “desabastecimiento energético” presenta una relación positiva con:
- a) El “encarecimiento de la operación”
  - b) La magnitud de las “consecuencias”, y
  - c) El aumento de los “conflictos sociales”.

## 5. Modelo de simulación y cálculos




*“Prediction is very difficult,  
especially about the future.”*

*Niels Bohr*

### 5.1. Formalización del modelo

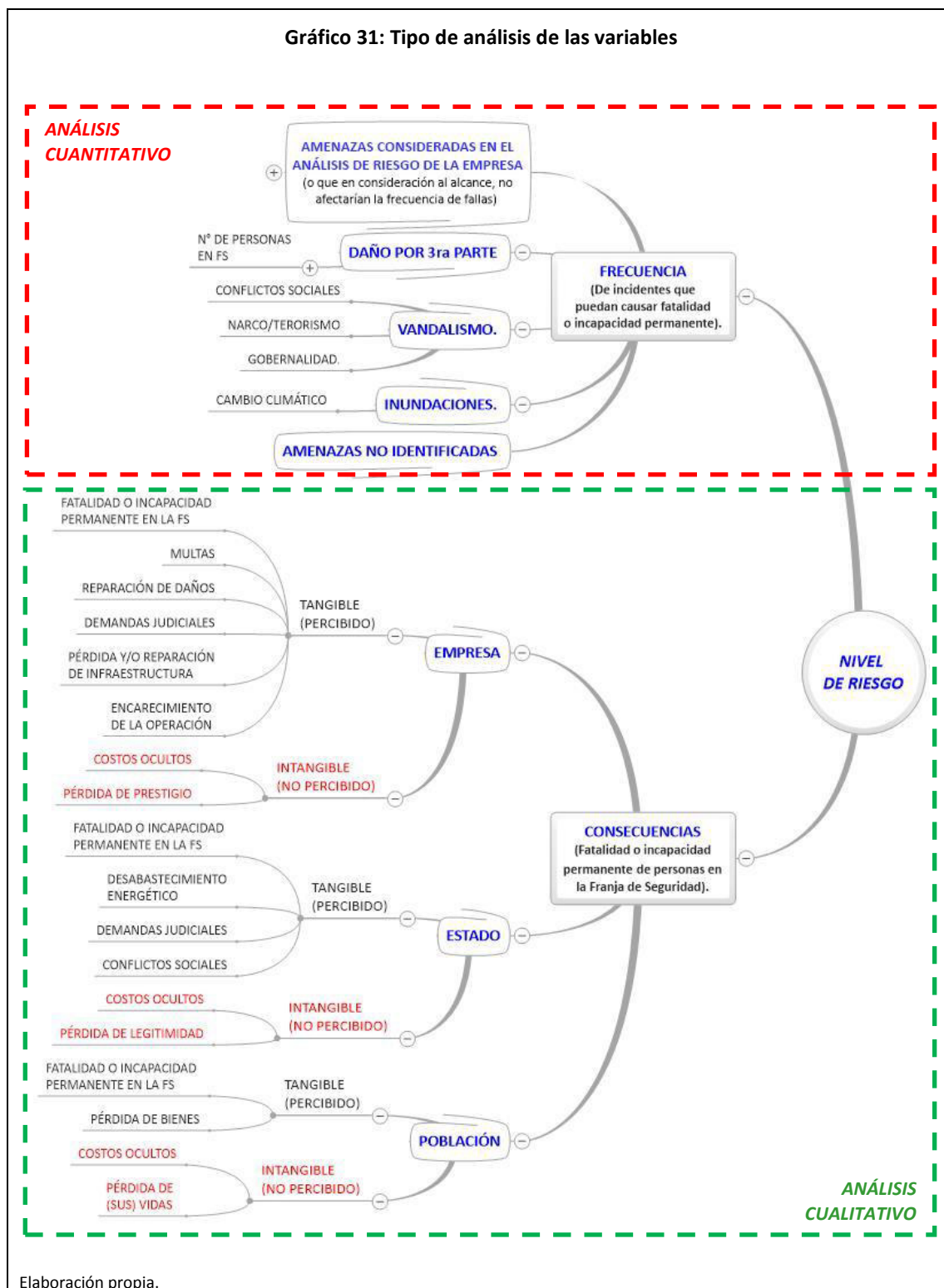
A partir del diagrama causal mostrado en el capítulo anterior con la finalidad de explicar la situación problemática respecto al riesgo a las personas que viven en la franja de seguridad, corresponde desarrollar un diagrama de Forrester (D-F) e incluir las ecuaciones del modelo, de manera tal que éste pueda ser simulado.

Para el desarrollo del diagrama de Forrester corresponde clasificar las variables en flujos o niveles, según lo siguiente:

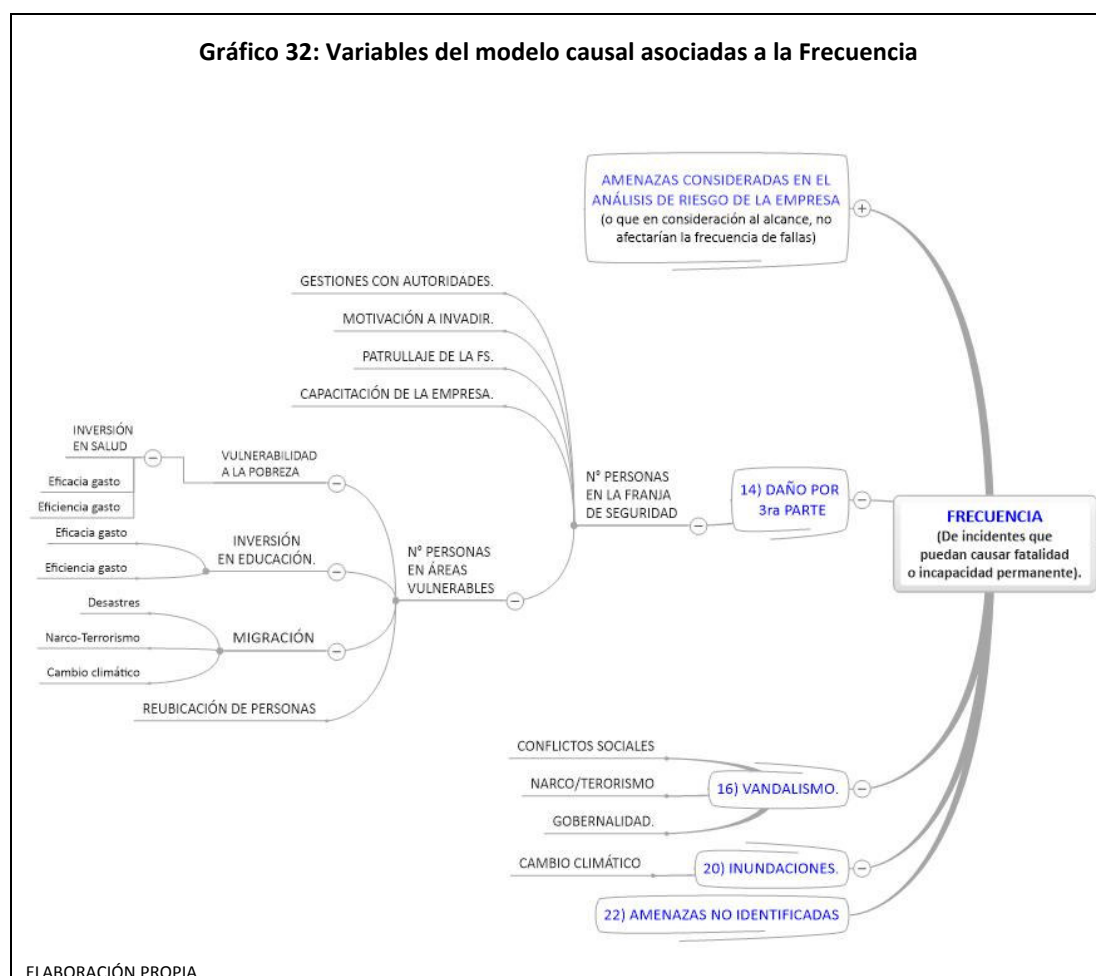
Tabla 34: Tipos de variables en el Diagrama de Forrester		
Tipo de variable	Definición	Representación
<b>NIVEL</b>	Variables que son acumulables (o desaccumulables) en el tiempo y que toman un valor en un momento determinado. La acumulación (o desaccumulación) se realiza a través de los flujos.	
<b>FLUJOS</b>	Los flujos pueden ser de entrada o de salida a un nivel determinado, indican las velocidades de acumulación (o desaccumulación) en el transcurrir del tiempo.	
<b>VARIABLES AUXILIARES</b>	Variables que permiten establecer nexos entre flujos y niveles que no guardan una relación similar, en cuanto a las unidades que manejan.	
Fuente: Rodríguez, abril de 2016b. Elaboración propia.		

Cabe mencionar que se realizará un análisis cuantitativo a la sección de la frecuencia y se completará con un análisis cualitativo para analizar las consecuencias, según lo siguiente:

**Gráfico 31: Tipo de análisis de las variables**







Las variables del modelo causal utilizadas para desarrollar el diagrama de Forrester son mostradas en el siguiente Gráfico. Dichas variables están asociadas a la Frecuencia.







La Tabla 35 presenta la operacionalización de las variables del modelo causal, los valores considerados para la simulación, y las variables utilizadas para desarrollar el diagrama de Forrester. Asimismo, en la Tabla 36, se incluye las variables incluidas en el diagrama de Forrester con la finalidad de efectuar los cálculos del modelo. Cabe mencionar que el periodo de evaluación a simular será de cincuenta (50) años.

Posteriormente, el Gráfico 33 muestra el Diagrama de Forrester resultante.

**Tabla 35: Variables utilizadas para el Diagrama de Forrester (D-F), a partir de las variables del Diagrama Causal**






VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Amenazas no identificadas	El evento de tipo “cisne negro” no se puede descartar, considerando que cada persona analiza en base a su propia experiencia, y que es imposible considerar todos los factores.	N° fallas x amenazas no identificadas	Este evento podría causar una falla cada 100 años ( $1 \times 10^{-2}$ , expresado como frecuencia anual). <sup>43</sup>  Para un periodo de cincuenta años sería de 0.5 ( $50 \times 10^{-2}$ ).	0.5	
Cambio climático	Variable relacionada con las variables “inundaciones” y “migración”.	Prevención al CC	Se asignan valores en función a que se tome acciones eficaces contra los efectos del cambio climático (CC).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces contra efectos del CC = 1.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces contra efectos del CC = 0.</li> </ul>	
Capacitación de la empresa.	El operador del ducto de GN de Camisea realiza programas de educación pública a las personas ubicadas en las áreas de influencia directa de los ductos.  Se considera que esta actividad podría mitigar el riesgo de afectación hasta en un 15% (Muhlbauer, 2004 - sección 3/43).	Tasa capacitación	Los programas de educación pública realizados por la empresa podrían reducir esta tendencia hasta un máximo de 15%.  Se estima que la tasa de reducción de las personas que van hacia la FS, por actividades del operador del ducto de GN de Camisea, es del 5%.	0.05	
	De lo anterior, corresponde incluir una variable que indique el número de personas que no ingresan a la Franja de Seguridad (FS) debido a la capacitación realizada por la empresa.	Reducción x capacitación	El número de personas que no ingresa a la FS por la capacitación recibida por la empresa, sería el producto de dicho número por el porcentaje de reducción por capacitación (“Tasa capacitación”).	“Personas de AV que van a FS” x “Tasa capacitación”	
Conflictos sociales	Este factor se considerará posteriormente, al evaluarse las consecuencias de un incidente que produzca fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.	---	---	---	---

<sup>43</sup> Si bien para esta relación, podría ser más propio utilizar la ecuación de Poisson, por temas de operacionalización se considerará un comportamiento lineal para esta variable.

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Daño por tercera parte	El número de casos de daño causados por tercera parte es proporcional al número de personas que haya en la Franja de Seguridad (FS).	N° fallas daño x terceros	Para determinar el número de casos se dividirá el "N° personas en la Franja de Seguridad" entre 3.6 que es el promedio de personas por vivienda en el ámbito rural (INEI, 2015, p. 72), con lo cual hallamos el N° aproximado de viviendas en la FS.  En consideración a la "pirámide de incidentes" se estima que por cada 600 viviendas instaladas, habría la ocurrencia de 1 incidente con la capacidad de producir una falla al ducto de GN.	$((\text{"N° de personas en la Franja de Seguridad"} - 300^{44}) / 3.6) / 600$	
Desastres	Esta variable tiene relación con la variable "migración".	Prevención a desastres	Se asignan valores en función a que se tome acciones eficaces de prevención ante la ocurrencia de desastres de origen natural o antrópico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención de desastres = 1.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención de desastres = 0.</li> </ul>	
Eficacia del gasto en educación	La planificación contribuiría a la mejora de esta variable. Sobre este aspecto, Espinoza et al, 2017, indican que solo el 4% de municipios tiene vigentes los 5 planes que debería tener.	Eficacia gasto	Se toma el valor indicado por Espinoza et al como el porcentaje de eficacia: 4%.	0.04	
Eficacia del gasto en salud	La planificación contribuiría a la mejora de esta variable. Sobre este aspecto, Espinoza et al, 2017, indican que solo el 4% de municipios tiene vigentes los 5 planes que debería tener.	Eficacia gasto	Se toma el valor indicado por Espinoza et al como el porcentaje de eficacia: 4%.	0.04	




<sup>44</sup> Número de personas colocadas en la Franja de Seguridad en el año 1. El Estudio de Riesgos de TGP indica que dicho número es de 300 (ver el numeral 2.7.6 de este trabajo).



VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Eficiencia del gasto en educación	El ranking de competitividad global otorga a Perú un valor de 2.5 en el factor “Efficiency of government spending”, en el cual Finlandia (que ocupa el primer respecto al ítem “Salud y Educación Primaria”) obtuvo 4.8 (WEF, 2017).	Eficiencia gasto	Se estima una tasa de eficiencia en esta área del 52% (cociente de 2.5 entre 4.8).	0.52	
Eficiencia del gasto en salud	El ranking de competitividad global otorga a Perú un valor de 2.5 en el factor “Efficiency of government spending”, en el cual Finlandia (que ocupa el primer puesto respecto al ítem “Salud y Educación Primaria”) obtuvo 4.8 (WEF, 2017).	Eficiencia gasto	Se estima una tasa de eficiencia en esta área del 52% (cociente de 2.5 entre 4.8).	0.52	
Frecuencia	<p>Para determinar la frecuencia de ocurrencia es necesario considerar la frecuencia indicada en el Estudio de Riesgos de TGP (ER) y agregar los valores no considerados por dicho estudio.</p> <p>Para ello, corresponde estimar el número de casos que causarían fatalidades en un periodo de 50 años y agregarlos a lo estimados por el ER.</p> <p>En ese sentido se consideran las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “N° de casos según ER”.</li> <li>• “N° casos que causarían fallas”.</li> <li>• “Frecuencia de falla por año”.</li> </ul>	N° de fallas según ER	En el numeral 2.8.2 de este trabajo se indica que la frecuencia de falla del ducto de GN de Camisea es de $2.08 \times 10^{-4}$ , lo cual indica que “tendría” 2.08 fallas cada 10,000 años (lo cual significa que en un periodo de 50 años tendría 0.0104 fallas). <sup>45</sup>	$1.04 \times 10^{-2}$	
		N° total estimado de fallas en 50 años	Al “N° de casos según ER” corresponde agregarle las fallas que se originarían por: Daño por terceros (para un entorno dinámico), inundaciones, vandalismo y amenazas no identificadas	“N° de fallas según ER” + “N° fallas daño x terceros” + “N° fallas x Inundaciones” + “N° fallas x vandalismo” + “N° fallas x amenazas no identificadas”	
		FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	El “N° total estimado de fallas en 50 años” considera las fallas que se producirían en dicho lapso de tiempo. Para hallar la frecuencia de fallas anual, se divide dicho valor entre 50. <sup>46</sup>	“N° total estimado de fallas en 50 años” / 50	



<sup>45</sup> Si bien para esta relación, podría ser más propio utilizar la ecuación de Poisson, por temas de operacionalización se considerará un comportamiento lineal para esta variable.

<sup>46</sup> Si bien para esta relación, podría ser más propio utilizar la ecuación de Poisson, por temas de operacionalización se considerará un comportamiento lineal para esta variable..

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Gestiones con autoridades.	El operador del ducto de GN de Camisea realiza coordinaciones con instituciones del Estado y autoridades locales para comunicar y/o denunciar las invasiones a la Franja de Seguridad (FS). Se considera que esta actividad podría mitigar el riesgo de afectación hasta en un 10%.	Tasa de gestiones con autoridades	Las gestiones de la empresa con las autoridades podrían reducir esta tendencia hasta un máximo de 10%.  Se estima que la empresa realiza esfuerzos para reducir esta tendencia en un 5%.	0.05	
	De lo anterior, corresponde incluir una variable que indique el número de personas que no ingresa a la FS debido a las gestiones realizadas por la empresa.	Reducción x gestiones	El número de personas que no ingresa a la FS por las gestiones con autoridades, sería el producto de dicho número por la "Tasa de gestiones con autoridades".	"Personas de AV que van a FS" x "Tasa de gestiones con autoridades"	
Gobernabilidad	Este factor se considerará posteriormente, al evaluarse las consecuencias de un incidente que produzca fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.	---	---	---	---
Inundaciones	El Estudios de Riesgos de TGP (ER), no señala este factor entre las causas de falla. <sup>47</sup>  Respecto a las inundaciones por condiciones climáticas adversas el ER considera que " <i>ha habido 40 eventos Fuertes y Muy Fuertes en 475 años</i> ". (TGP, 2012. P. 85 y ss.).  Considerando la Pirámide de Incidentes (ver numeral 2.8.3), por cada 30 accidentes con la capacidad de dañar a la infraestructura, habría un incidente grave.	N° fallas x inundaciones	Considerando la pirámide de incidentes, en 475 años habría 1.33 incidentes <sup>48</sup> con la potencialidad de causar daños graves al ducto, lo cual resulta en una frecuencia de fallas anual de $2.8 \times 10^{-3}$ (para un periodo de 50 años, dicha frecuencia sería de 0.14).  Se estima que de realizarse acciones eficaces de prevención a los efectos del cambio climático (CC), la frecuencia de incidentes se reduciría a la mitad (0.07).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención a los efectos del CC = 0.07.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención a los efectos del CC = 0.14.</li> </ul>	

<sup>47</sup> El Estudio de Riesgos de TGP señala que "*El área de afectación de un Niño es principalmente la costa norte y sierra del Perú, su impacto sobre el área de los ductos se considera limitado...*" TGP, 2012 (pág. 86).

<sup>48</sup> Cociente de 40 (número de eventos fuertes y muy fuertes en 475 años) y 30 (la pirámide de incidentes estima que por cada 30 incidentes con la potencialidad de afectar al ducto, uno sería grave).

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Inversión en educación.	<p>Esta variable es útil para determinar el número de “personas que no entran a AV por influencia de la educación”, para ello se debe determinar el porcentaje del PBI destinado a educación, y en cuanto influye en la tasa de no ingreso a las Áreas Vulnerables (AV) o “Tasa de no ingreso a AV x educación”.</p> <p>La educación también tiene efectos en la variable “vulnerabilidad a la pobreza”, para lo cual se ha incluido el “Porcentaje del presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas”.</p>	Inversión en educación	El porcentaje del PBI destinado a educación es del 3.8%. <sup>49</sup>	0.038	
		Tasa de no ingreso a AV x educación	<p>Se estima que el número de personas ubicadas en AV crece a una tasa del 1.55% anual<sup>50</sup>. Se asume que la inversión en educación contribuiría a la reducción de dicho número a una tasa de hasta el 30% de 1.55%.<sup>51</sup></p> <p>Sobre este punto se realiza las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No habría modificación en el número de personas a AV si el porcentaje del PBI destinado a educación no supera el 3.8%.<sup>52</sup></li> <li>Un porcentaje del PBI en educación del 7.15%<sup>53</sup> ó mayor reduciría el número de personas a AV a una tasa del 30% del 1.55%.</li> <li>Se debe considerar los factores de eficiencia y eficacia en el gasto (los valores iniciales de estos factores son 52% y 4%).</li> </ul>	<p>(“Inversión en educación” x “Eficiencia gasto” x “Eficacia gasto” - 0.038 x 0.52 x 0.04) x (0.30 x 0.0155) /</p> <p>(0.0715 x “Eficiencia gasto” x “Eficacia gasto” - 0.038 x 0.52 x 0.04)</p>	





<sup>49</sup> Valor indicado por el Banco Mundial al año 2016. Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación de dicha institución. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS> (datos registrados el 09.08.2018).

<sup>50</sup> En consideración a los literales b) y c) del numeral 2.5.2 de este documento.

<sup>51</sup> Se estima este valor en consideración al siguiente texto: “Transmission pipeline Company SME’s have typically assigned maximum effectiveness values in the range of 5% to 30%, based on their experiences with public education along specific pipeline segments”. MUHLBAUER, 2014 (pág. 153).

<sup>52</sup> Valor indicado por el Banco Mundial al año 2016. Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación de dicha institución. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS> (datos registrados el 09.10.2018).




<sup>53</sup> Este valor corresponde al porcentaje del PBI destinado a la educación en Finlandia, país que en el ranking de competitividad global está ubicado en la primera posición respecto al factor Salud y Educación Primaria (WEF 2017, pág. 328). Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación del Banco Mundial. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS> (datos registrados el 09.08.2018).

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
		Personas que no entran a AV por influencia de la educación	La “Tasa de no ingreso a AV x educación” se multiplica por la diferencia entre la población vulnerable y el número de personas en áreas vulnerables.  La población vulnerable sería el 59% de la población total. <sup>54</sup>  Se asume que los efectos de las medidas aplicadas se evidenciarían luego de 10 años.	(“Población” x 0.59 – “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”) x  “Tasa de no ingreso a AV x educación”	
		Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas	Actualmente, el Ministerio de Educación destina 0.2% de su presupuesto en el “Incremento en el acceso de la población de 3 a 16 años a los servicios educativos públicos de la Educación Básica Regular” (MINEDU, 2017, p. 9). Se estima que, para reducir la pobreza, dicho porcentaje debería ser del 5% o mayor.	0.002	
Inversión en salud	Esta variable es útil para determinar el número de “personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad”, para ello se debe determinar el porcentaje del PBI destinado a salud, en cuanto influye en la “tasa de no ingreso a AV por reducción de vulnerabilidad”.	Inversión en Salud	El porcentaje del PBI destinado a salud es del 5.26%. <sup>55</sup>	0.0526	
Migración	Para determinar esta variable es necesario determinar el número de personas que iría a Áreas Vulnerables (AV) debido a la migración.	Tasa Migración	La tasa de inmigración neta a las metrópolis es de 0.3%, <sup>56</sup> se considera que las personas que se dirigen hacia AV lo harían en la misma proporción: 0.30%.	0.003 – 0.001 x “Prevención a desastres”	





<sup>54</sup> Se toma el porcentaje que representa la población vulnerable al año 2016, según lo indicado en el literal b) del numeral 2.5.2 de este documento.

<sup>55</sup> Valor indicado por el Banco Mundial al año 2015. Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación de dicha institución. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.CHEX.GD.ZS> (datos registrados el 09.08.2018).






<sup>56</sup> “sólo el rango de las ciudades metropolitanas [...], es el único que presenta una tasa neta de migración positiva, de 3 habitantes por cada mil” (INEI, 2011, p. 42).





VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
	En ese sentido, para determinar el número de personas que van a AV por migración, corresponde determinar la tasa de migración hacia AV, y multiplicarla por el número de habitantes (población).		Se considera este valor por: los altos números de desplazados por la violencia (narcotráfico, terrorismo), la ocurrencia de desastres naturales, y por efectos del cambio climático. Esto en consideración al alto número de desplazados reportados por la NRC. <sup>57</sup>  Se considera que las actividades de prevención a: desastres, cambio climático o narcoterrorismo, reducirían esta tasa en 0.1%.	– 0.001 x “Prevención al CC” – 0.001 x “Prevención a narcoterrorismo”	
		Migración	El número de personas desplazadas hacia AV sería el producto de la “Tasa Migración” por la “población”.	“Población” x “Tasa Migración”	
Motivación a invadir	Cada 4 años (periodo de duración de la alcaldía en el Perú) se promovería la invasión de la Franja de Seguridad (FS) de los ductos de transporte de GN.	Ingreso x motivación a invadir	Se estima que cada 4 años aumenta en 60 el número de personas en la FS por motivaciones políticas de los candidatos a la alcaldía.	60 personas que ingresan a FS cada 4 años, desde el 2018.	
Narco-terrorismo	Esta variable tiene relación con la variable “migración” y “vandalismo”, para la determinación de la frecuencia.  Asimismo, mantiene relación con las variables “conflictos sociales” y “gobernabilidad”, lo cual se considerará posteriormente, al evaluarse las consecuencias de un incidente que produzca fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.	Prevención a narcoterrorismo	Se asignan valores en función a que se tome acciones eficaces de prevención frente al narco-terrorismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención contra el narco-terrorismo = 1.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención contra el narco-terrorismo = 0.</li> </ul>	

<sup>57</sup> Se reporta que los resultados para Perú son los peores en los últimos 20 años, colocando a nuestro país entre los 5 países con mayor desplazamiento de población del año 2017 (NRC, 2018, pp. 38 y ss.).

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Nivel de riesgo	Este factor se considerará posteriormente, al evaluarse las consecuencias de un incidente que produzca fatalidad o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad.	---	---	---	---
N° de personas en áreas vulnerables	Para determinar la evolución del número de personas en Áreas Vulnerables (AV), es necesario determinar una tasa de crecimiento ("Tasa de crecimiento personas en AV"), el cual definirá el número de personas que ingresarán cada año a AV ("Personas a AV"), las cuales se adicionarán a las personas que ya se encuentran en AV ("N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables").	Tasa de crecimiento personas en AV	El número de personas ubicadas en AV crece a una tasa del 1.55% anual (en consideración al literal c) del numeral 2.5.2 de este documento).	0.0155	
		Personas a AV	Corresponde al producto del número de personas en AV por la tasa de crecimiento, a lo cual se sustraerá el número de personas que no ingresa a AV, ya sea motivada por la educación o la reducción de la vulnerabilidad.	"N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables" x "Tasa de crecimiento personas en AV" – "N° Personas que no entran a AV"	
		N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables	El número de "personas a AV" se agrega, cada año, a esta variable de nivel. El valor inicial, considerando el literal c) del numeral 2.5.2, es de 11'335,905.	11335905	
N° de personas en la franja de seguridad	Para determinar la evolución del número de personas en la Franja de Seguridad (FS), es necesario considerar un flujo de personas desde las Áreas Vulnerables (AV) a FS, el cual se	Porcentaje de AV que va a FS	Se considera el cociente entre el número de personas en FS (300 en el año 2012) y la población ubicada en AV en dicho año: 6'611,309 <sup>58</sup> .  Este valor representa el 0.0045377% de la población vulnerable (= 300 / 6'611,309).	0.00004537679	

<sup>58</sup> El "Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021" indica que para el año 2012 la población era de 18'364,747. En consideración a lo indicado en el literal c) del numeral 2.5.2, el 36% de dicha población (6'611,309) estaría ubicada en AV,

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
	<p>adicionará a las personas que ya se encuentran en FS.</p> <p>Cabe indicar que el Estudio de Riegos indica que el número de personas en la FS al año 2012, en el sector de costa, es de 300 (ver numeral 2.7.6).</p>	Personas de AV que van a FS	La fracción de AV que se dirige a FS sería el producto del número de las personas en AV por el “Porcentaje de AV que va a FS”.	“N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables” x “Porcentaje de AV que va a FS”	
		N° de personas a FS	Corresponde al flujo de personas de AV a FS, al cual se le sustrae el número de personas que no ingresarían por actividades de la empresa respecto a: patrullaje, capacitación, o gestiones con autoridades.	“Personas de AV que van a FS” – “Reducción x patrullaje” – “Reducción x gestiones” – “Reducción x capacitación”	
		N° personas en la Franja de Seguridad	El “N° de personas a FS” se agrega, cada año, a esta variable de nivel. El valor inicial es de 300 personas.	300	
Patrullaje de la franja de seguridad	<p>El operador del ducto de GN de Camisea realiza programas de patrullaje en la Franja de Seguridad (FS).</p> <p>En consideración a lo indicado en MUHLBAUER, 2004 (sección 3/43), el porcentaje asignado a la mitigación del riesgo por “Patrol Frequency” sería del 15%.</p> <p>De lo anterior, corresponde incluir una variable que indique el número de personas que no ingresan a la Franja de Seguridad (FS) debido al patrullaje.</p>	Tasa patrullaje	<p>El patrullaje realizado por la empresa podría reducir esta tendencia hasta un máximo de 15%.</p> <p>Se estima que la tasa de reducción de las personas que van hacia la FS, por actividades del operador del ducto de GN de Camisea, es del 7.5%.</p>	0.075	
		Reducción x patrullaje	El número de personas que no ingresa a la FS por el patrullaje realizado por la empresa, sería el producto de dicho número por el porcentaje de reducción por patrullaje (“Tasa patrullaje”).	“Personas de AV que van a FS” x “Tasa patrullaje”	

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
Reubicación de personas	<p>El Ministerio de Vivienda a través de préstamos promueve que personas de bajos ingresos tengan acceso a viviendas.</p> <p>El número de créditos otorgado en el 2015<sup>59</sup> para el programa MiConstrucción<sup>60</sup> es de 1820.</p> <p>Con estos datos se determinará un “porcentaje de reubicación” para determinar el número de personas que será reubicada y saldrá de las Áreas Vulnerables (AV).</p>	Porcentaje de reubicación	<p>Considerando que la mitad de las viviendas construidas o mejoradas dejan de pertenecer a un área vulnerable, el número de viviendas sería de 910 (= 1820/2), lo cual representaría la reubicación de 3276 (=910 x 3.6) personas.</p> <p>Este valor representa el 0.0288993% de la población ubicada en AV (= 3276 / 11'335,905<sup>61</sup>).</p>	0.000288993	
		Personas reubicadas	<p>Corresponde al flujo de personas que salen de AV porque son reubicadas. Vale decir que es el producto, para cada año, del “Porcentaje de reubicación” por el número de personas en AV.</p> <p>Se espera que los resultados se empiecen a ver, luego de un año de aplicados.</p>	<p>“Porcentaje de reubicación” x “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”</p>	
Vandalismo.	<p>Se estima que este factor ocurriría 1 ó más veces en 15 años, si no hay prevención frente al narco-terrorismo.</p> <p>Y, si hay prevención, ocurriría 2 ó más veces en 50 años,</p>	N° fallas x vandalismo	Si ocurriera una falla por vandalismo cada 15 años, su frecuencia sería de 3.33 cada 50 años (si no se toma medidas eficaces de prevención frente al narco-terrorismo). Y, si se toman medidas de prevención, sería de 2 en 50 años.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo = 2.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo = 3.33.</li> </ul>	
Vulnerabilidad a la pobreza	Para determinar el número de “personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad”, se debe determinar el porcentaje de personas que no ingresa a las Áreas Vulnerables (AV) debido a	Tasa de no ingreso a AV por reducción de	El número de personas ubicadas en AV crece a una tasa del 1.55% anual (En consideración a los literales b) y c) del numeral 2.5.2).	Si “Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas” >=0.05: (0.30 x 0.0155) x 0.46	

<sup>59</sup> Se toma este año, porque es el último del cual se dispone un valor (<http://geo.vivienda.gob.pe/dnv/documentos/indicadores/indicadores-de-vivienda.pdf>).

<sup>60</sup> Se considera este programa porque es el único que ofrece “construir o mejorar tu vivienda con apoyo de un profesional constructor” (el subrayado es nuestro). Fuente: <https://www.mivivienda.com.pe/PORTALWEB/usuario-busca-viviendas/pagina.aspx?idpage=28>

<sup>61</sup> Población ubicada en áreas vulnerables al año 2016, ver literal c) del numeral 2.5.2.



VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
	<p>la reducción de la vulnerabilidad, el cual deberá ser multiplicado, cada año, por la población.</p> <p>Sobre este punto, se debe tomar en consideración lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La inversión en salud en el Perú es de 5.26% del PBI<sup>62</sup> y la inversión en educación es del 3.8% del PBI.<sup>63</sup></li> <li>• Actualmente, la brecha entre años de estudio de un pobre extremo y una persona no pobre es de 4.7 años.<sup>64</sup></li> <li>• El Ministerio de Educación destina 0.2% de su presupuesto en “Incremento en el acceso de la población de 3 a 16 años a los servicios educativos públicos de la Educación Básica Regular”<sup>65</sup></li> </ul>	vulnerabilidad	<p>Sobre lo anterior, se asume que la inversión en educación contribuiría a la reducción del número de personas a AV hasta una tasa del 30% de 1.55%.<sup>66</sup> Se estima además que, se podría reducir el número de personas a AV a una tasa adicional del 46%<sup>67</sup> del 1.55%, si se incrementa de 0.2% al 5% ó más, el presupuesto destinado a la reducción de brechas.</p> <p>Asimismo, se asume que la inversión en reducir la vulnerabilidad contribuiría a reducir el número de personas a AV a una tasa de hasta el 10% de 1.55%.<sup>68</sup> Sobre este punto se realiza las siguientes consideraciones a la “Tasa de no ingreso a AV por reducción de vulnerabilidad”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No habría modificación en el número de personas a AV si el porcentaje del PBI destinado a la salud no supera el 5.26%.</li> <li>• Un porcentaje del PBI en salud del 9.44%<sup>69</sup> ó mayor reduciría el ingreso a AV a una tasa del 10% del 1.55%</li> </ul>	<p>+ (“Inversión en Salud” x “Eficiencia gasto Eficacia gasto” - 0.0526 x 0.52 x 0.04) x (0.1*0.0155) /</p> <p>(0.0944 x “Eficiencia gasto” x “Eficacia gasto” - 0.0526*0.52*0.04)</p> <p>Si “Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas” &lt; 0.05:</p> <p>(“Inversión en Salud” x “Eficiencia gasto” x “Eficacia gasto” - 0.0526 x 0.52 x 0.04) x (0.1 x 0.0155) /</p> <p>(0.0944 x “Eficiencia gasto” x “Eficacia gasto” - 0.0526*0.52*0.04)</p>	

<sup>62</sup> Valor indicado por el Banco Mundial al año 2015. Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación de dicha institución. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.CHEX.GD.ZS> (datos registrados el 09.08.2018).

<sup>63</sup> Valor indicado por el Banco Mundial al año 2016. Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación de dicha institución. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS> (datos registrados el 09.08.2018).

<sup>64</sup> Una persona no pobre ha estudiado, en promedio, 10.2 años; un pobre extremo, 5.5. INEI, 2017 (pág. 66).

<sup>65</sup> Plan Operativo Institucional 2018 del Ministerio de Educación, aprobado por Resolución Ministerial N° 437-2017-MINEDU (pág. 9)

<sup>66</sup> Se estima este valor en consideración al siguiente texto: “Transmission pipeline Company SME’s have typically assigned maximum effectiveness values in the range of 5% to 30%, based on their experiences with public education along specific pipeline segments”. MUHLBAUER, 2014 (pág. 153).

<sup>67</sup> Resultado de dividir la diferencia de los años de estudio de una persona no pobre y una pobre (4.7 = 10.2-5.5), entre los años de estudio de una persona no pobre (10.2).

<sup>68</sup> Se estima este valor, considerando que reducir la pobreza contribuye a la reducción de personas expuestas a la vulnerabilidad hasta en un 10%, la tercera parte de la contribución de la educación pública.

<sup>69</sup> Valor indicado por el Banco Mundial al año 2015. Se toma este valor por ser el último disponible en la comparación de dicha institución. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS> (datos registrados el 09.08.2018). Se ha escogido este valor por corresponder al porcentaje del PBI destinado a la salud en Finlandia, país que en el ranking de competitividad global está ubicado en la primera posición respecto al indicador Salud y Educación Primaria (WEF 2017, pág. 328).

VARIABLE DEL DIAGRAMA CAUSAL (*)	COMENTARIOS	VARIABLE CONSIDERADA EN EL D-F	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES (**)	TIPO DE VARIABLE (***)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe considerar los factores de eficiencia y eficacia en el gasto (los valores iniciales de estos factores son 52% y 4%).</li> </ul>		
		Personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad	<p>La “Tasa de no ingreso a AV por reducción de vulnerabilidad” se multiplica por la diferencia entre la población vulnerable y el número de personas en áreas vulnerables.</p> <p>La población vulnerable sería el 59% de la población total.<sup>70</sup></p> <p>Se asume que los efectos de las medidas aplicadas se evidenciarían luego de 18 años.</p>	<p>(“Población” x 0.59 – “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”) x</p> <p>“Tasa de no ingreso a AV por reducción de vulnerabilidad”</p>	

(\*) La definición de estas variables se encuentra indicada en la Tabla 30 “Variables relacionadas a la Frecuencia, en el Diagrama Causal”.

(\*\*) Los valores utilizados para la simulación, contemplan un escenario de 50 años.





(\*\*\*) Los tipos de variables en el Diagrama de Forrester están explicados en la Tabla 34.

Fuente: Robles (2019).

Elaboración propia.

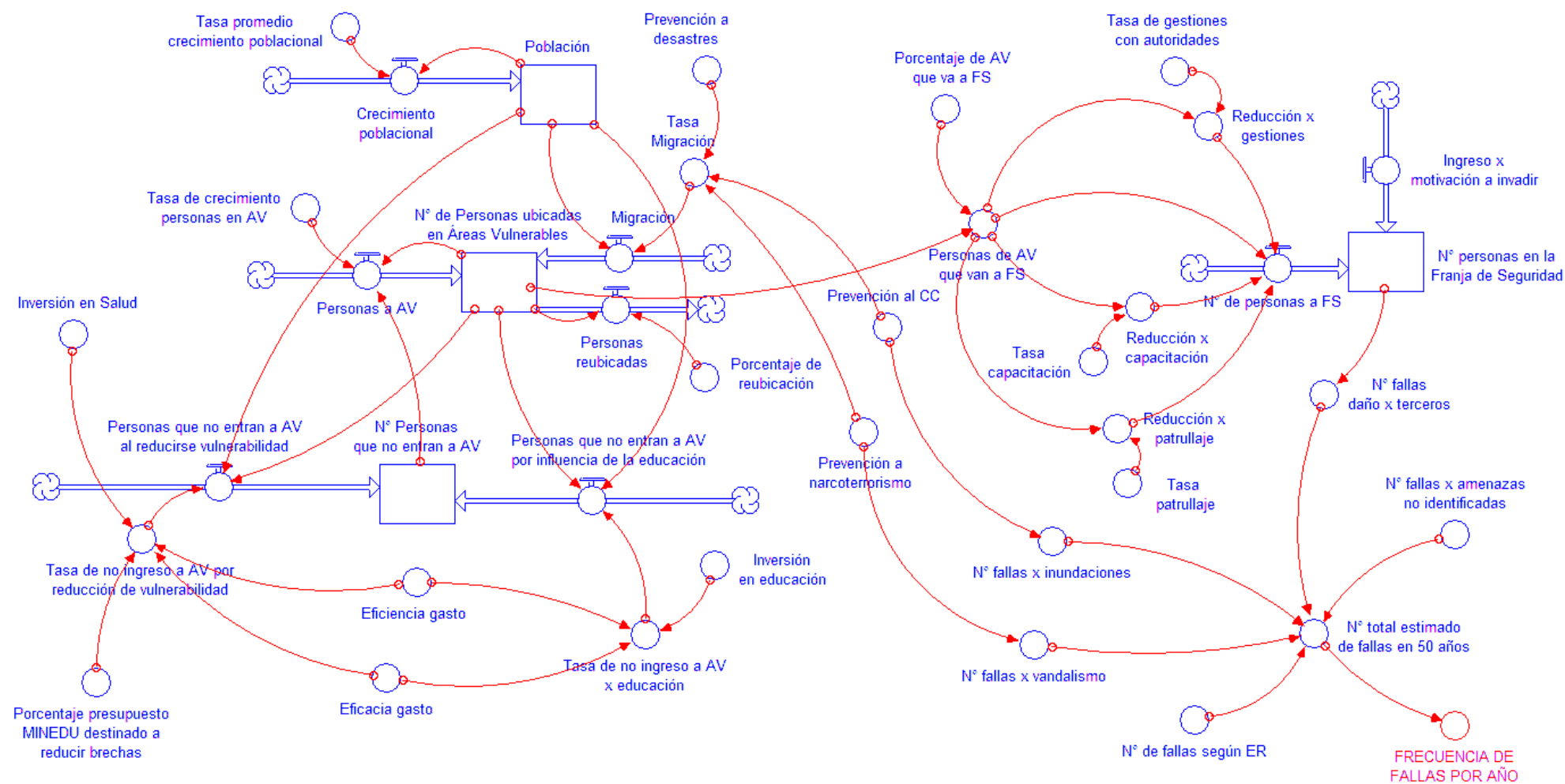
<sup>70</sup> Se toma el porcentaje que representa la población vulnerable al año 2016, según lo indicado en el literal b) del numeral 2.5.2 de este documento.

**Tabla 36: Variables incluidas en el Diagrama de Forrester (D-F) para efectuar los cálculos del modelo**

VARIABLE INCLUIDA EN EL D-F	DEFINICIÓN	COMENTARIOS	OPERACIONALIZACIÓN	ECUACIÓN / VALORES	TIPO DE VARIABLE (*)
“N° Personas que no entran a AV”	Número de personas que debido a la educación y a la reducción de la vulnerabilidad a la pobreza no pasan a ubicarse en las áreas vulnerables.	Esta variable no está definida en el modelo causal, pero es necesaria para el Diagrama de Forrester, en cuanto permite calcular las variables del modelo.	Esta variable de nivel recibe los flujos de las “personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad” y de las “personas que no entran a AV por influencia de la educación”  Su valor inicial es cero.	0	
“Población”	Personas que viven en el territorio peruano.	Esta variable no está definida en el modelo causal, pero es necesaria para el Diagrama de Forrester, en cuanto permite calcular las variables del modelo.  Para determinar la población, se toma la tasa neta de crecimiento poblacional, y se determina el número de personas que cada año se agrega a la población.	“Tasa promedio crecimiento poblacional”  La población crece a una tasa promedio del 1.5% anual (INEI, 2016, p. 8).	0.015	
			“Crecimiento poblacional”  El número de personas que cada año ingresa a conformar la población es el producto de la “Tasa promedio crecimiento poblacional” por la población.	“Tasa promedio crecimiento poblacional” x “Población”	
			“Población”  El “crecimiento poblacional” se agrega, cada año, a esta variable de nivel. El valor inicial de esta variable es de 31’488,625 (PCM, 2014, p. 36).	31488625	

(\*) Los tipos de variables en el Diagrama de Forrester están explicados en la Tabla 34 “Tipos de variables en el diagrama de Forrester”.

**Gráfico 33: Diagrama de Forrester**



Elaboración propia.

## **5.2. Resultados de la simulación**

---

Al realizar la simulación del modelo propuesto se encuentran los siguientes resultados si no se tomara ninguna acción ante la situación problemática.

Las ecuaciones del modelo, tal cual han sido ingresadas al software de simulación se muestran en el Anexo 3. Los resultados de la simulación, para todas las variables, se encuentran en el Anexo 4.

Cabe mencionar que parte de lo expuesto en esta sección ha sido publicado en la revista “Ciencia y Tecnología”<sup>71</sup>, en el artículo “Política de Gestión de Riesgos: el caso del transporte de gas natural por ductos”, elaborado por el autor de esta tesis.

### **5.2.1. N° de personas en Áreas Vulnerables**

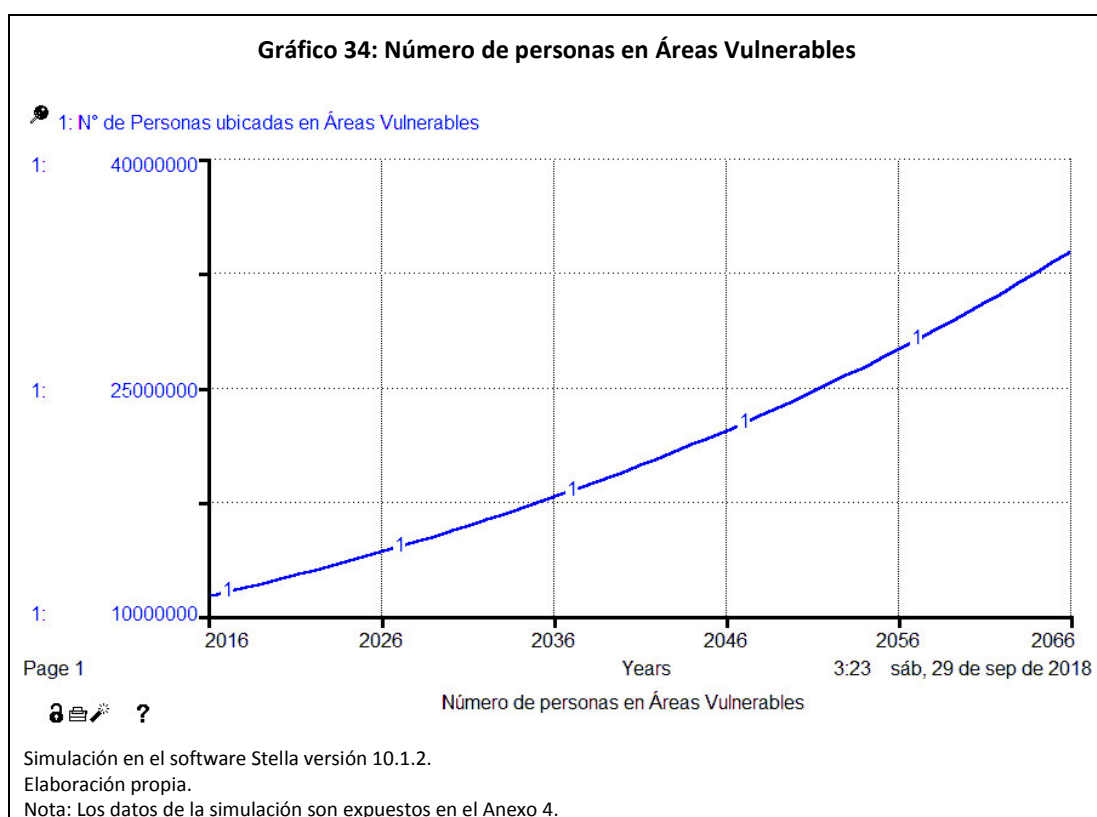
---

El modelo propuesto señala que el número de personas ubicadas en áreas vulnerables (“N° de personas en áreas vulnerables”) va aumentando de manera acelerada desde 11’335,905 (11 millones 335 mil 905) personas en el año 2016 hasta 33,967,813 (33 millones 967 mil 519), cincuenta años después, en el 2066.

El gráfico de la evolución, indicada por el modelo de simulación, es el siguiente:

---

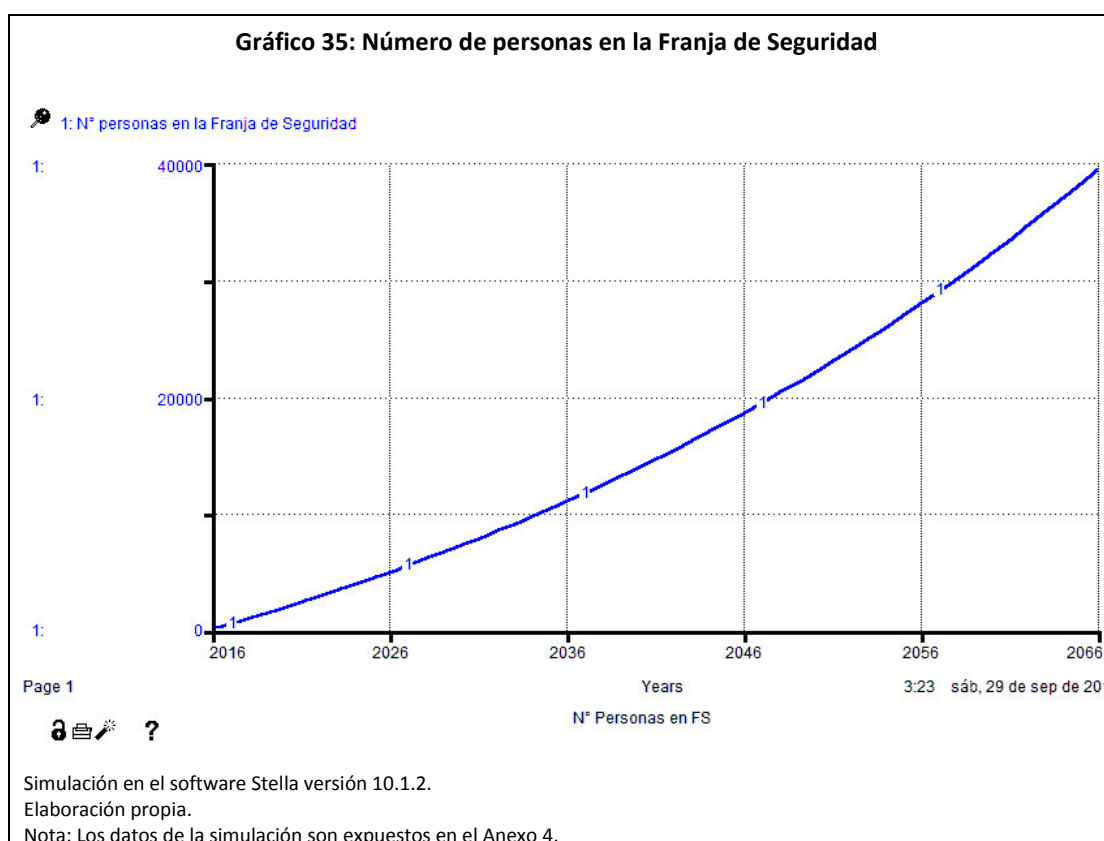
<sup>71</sup> Revista indizada en Latindex, con código ISSN 2070-089X y calificada como revista científica con visión internacional.



El gráfico señala que 50 años después, el número de personas ubicadas en las áreas las vulnerables sería casi el triple del número inicial.

### 5.2.2. N° de personas en la Franja de Seguridad

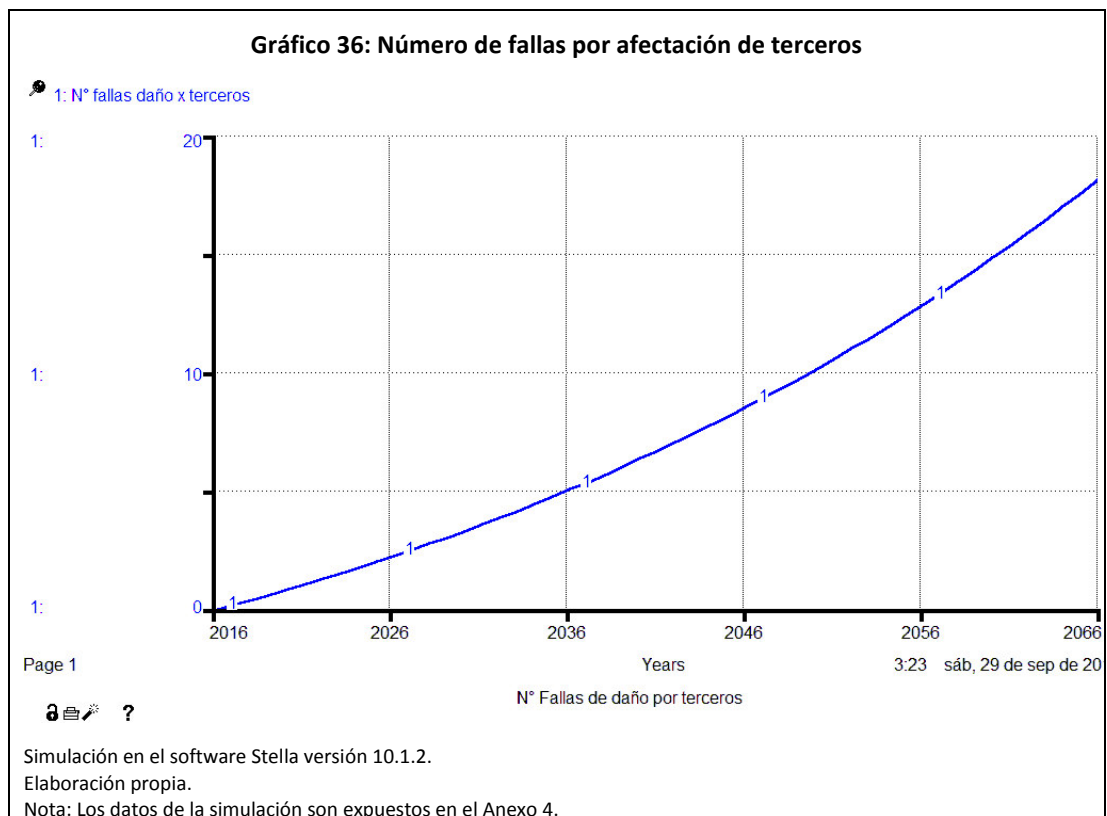
El número de personas ubicadas en la Franja de Seguridad (“N° de personas en la franja de seguridad”) al inicio de la simulación es de 300. Este es el número reportado en el Estudio de Riegos de TGP. A partir de dicho número, el modelo propuesto pronostica que el número de personas aumentaría hasta un total de 39,581, cincuenta años después, en el 2066.



El gráfico señala que 50 años después, de mantenerse la situación actual, el número de personas ubicadas en la Franja de Seguridad sería aproximadamente 130 veces mayor que el número inicial.

### 5.2.3. N° de fallas por afectación de terceros

El número de fallas por afectaciones de terceros (N° fallas daño x terceros) que podrían causar fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad, según lo estimado por el modelo, aumentaría desde cero en el año 2016 hasta 18.19 en el año 2066. El gráfico de la evolución, indicada por el modelo de simulación, es el siguiente:



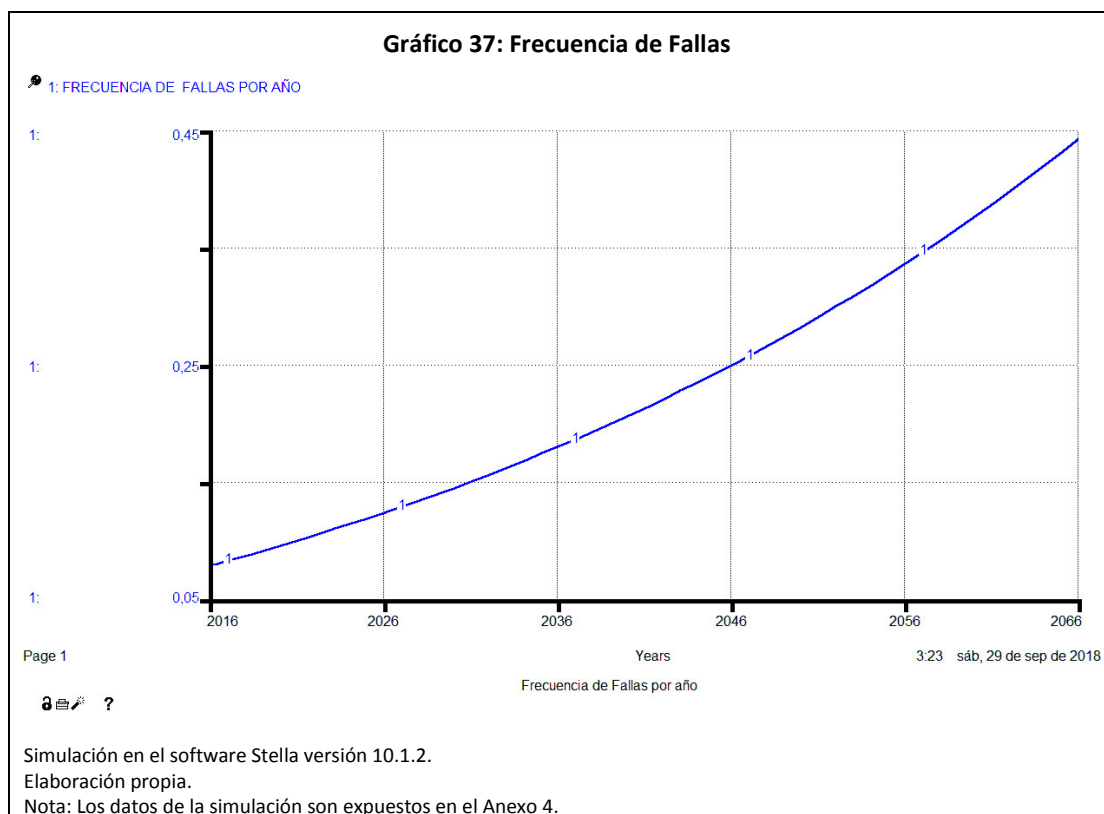
Entre otras cosas, el modelo indica que de no modificarse la situación, al cabo de, por ejemplo, 10 años, podría haber 2.24 afectaciones causadas por terceros; al cabo de 20 años, 5.07 afectaciones; al cabo de 30 años, 8.54 afectaciones; al cabo de 40 años, 12.88; y, al cabo de 50 años 18.19 afectaciones.

#### 5.2.4. Frecuencia de fallas

La frecuencia de fallas podrían causar fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad (“FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO”) estimado por el modelo va aumentando desde 0.0796, al inicio de la simulación, hasta 0.44 en el año 2066.

Entre otras cosas, el modelo indica que el pronóstico de fallas estimado para 50 años va aumentando en el tiempo, es una cantidad “dinámica”, a diferencia del estudio de riesgos convencional, que en la mayoría de casos realiza asunciones “estáticas”.



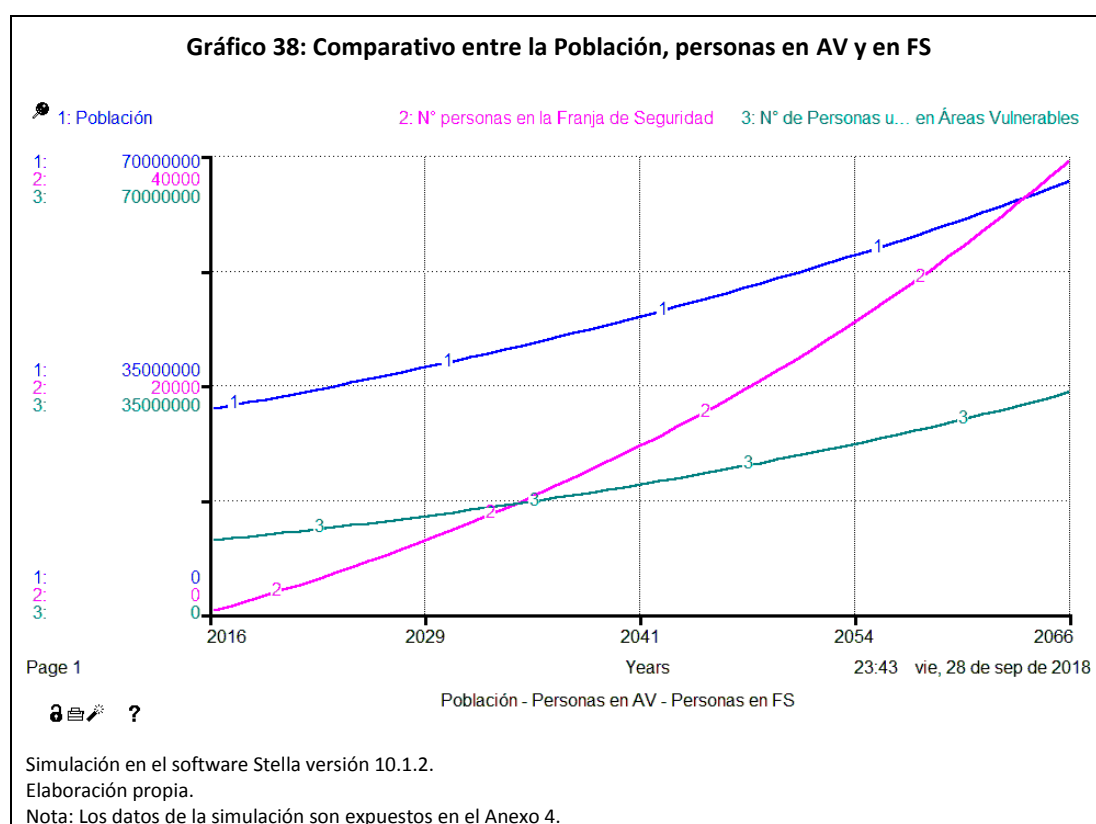


La curva anterior grafica cómo aumenta la frecuencia de incidentes a medida que pasan los años. Nótese que las magnitudes obtenidas para la frecuencia de ocurrencia (0.085 a 0.55) serían calificadas por la empresa operadora del ducto de GN como “frecuente” (Ver Tabla 27).

Nótese además que el enfoque propuesto en este trabajo difiere del realizado por la empresa operadora del ducto de GN, y considera dimensiones de las amenazas, sobre las cuales la empresa no puede tomar medidas de mitigación.

### 5.2.5. Población y número de personas en AV y FS

Los resultados también muestran que, mientras el número de personas ubicadas en áreas vulnerables crece de manera casi proporcional a la población, el número de personas en la Franja de Seguridad crece de manera más pronunciada, lo cual se puede explicar porque, a pesar de las actividades realizadas por las empresas operadoras, las personas que llegan a la Franja de Seguridad está siempre en aumento.

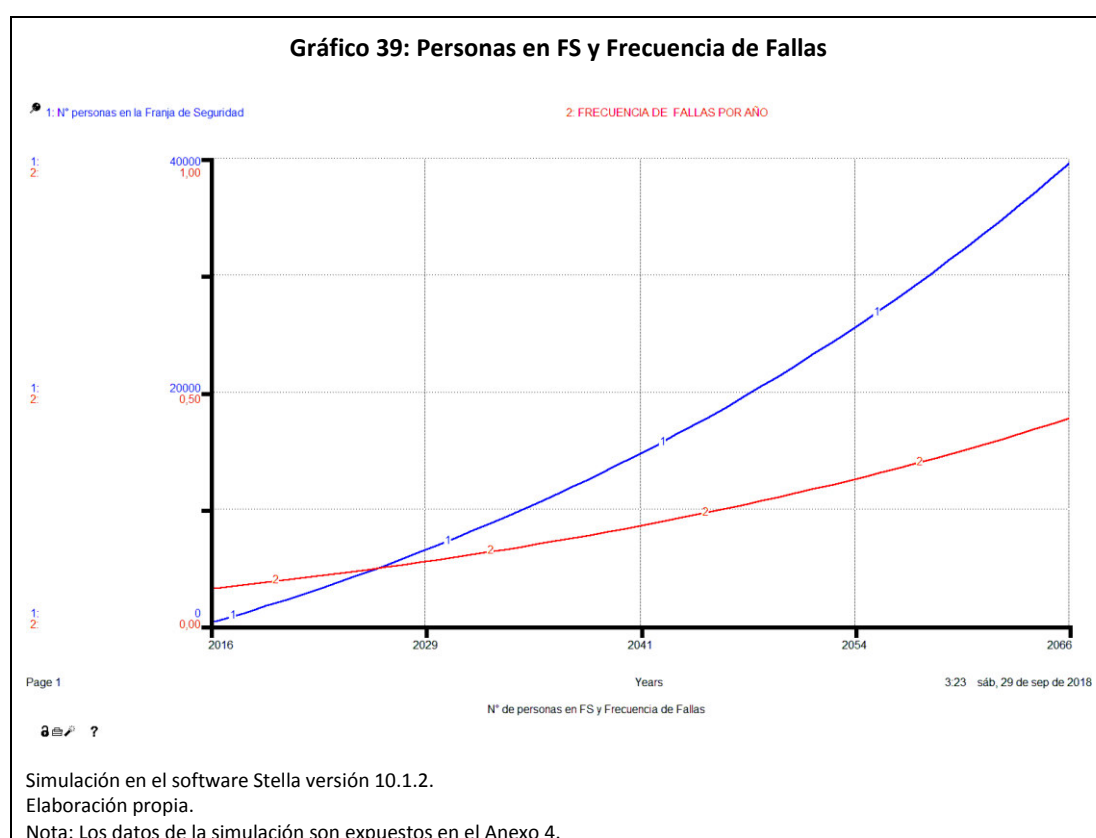


Cabe indicar que las variables “N° de personas ubicadas en áreas vulnerables” y “población” están graficadas en la misma escala (de 0 a 70 millones), mientras que el “N° personas en la Franja de Seguridad” está graficado a una escala de cero a 40 mil.

### 5.2.6. N° de personas en FS y frecuencia de fallas

El siguiente gráfico muestra la relación entre el número de personas en la Franja de Seguridad y la frecuencia de ocurrencia de fallas que puedan producir fatalidad o incapacidad permanente a las personas que viven en dicha franja.

Como se puede apreciar, al aumentar el número de personas en la Franja de Seguridad, también aumenta la frecuencia de fallas.



Cabe indicar que en el gráfico, la variable “N° personas en la Franja de Seguridad” se encuentra a una escala de cero a 40 mil, y la variable “FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO” está graficada a una escala de cero a uno.

### 5.3. Consideración de las consecuencias

El modelo propuesto en la Imagen 18 “Modelo causal de los riesgos en el transporte de GN por ductos” plantea que una falla que produzca fatalidades o incapacidad permanente, aparte de este incidente, podría generar las siguientes consecuencias:

Tabla 37: Variación de las consecuencias			
Actor	Tipo	Consecuencia	Variación
Empresa	Tangible (percibido)	Multas.	Se espera que el costo relativo de las multas no presente gran variación.
		Reparación de daños.	No se espera que haya variación en los costos relativos de reparación de un incidente de gran magnitud.
		Demandas judiciales.	No se espera que haya variación en los costos relativos por demandas judiciales.
		Pérdida y/o reparación de infraestructura.	No se espera que haya variación en los costos relativos en los cuales se incurra por pérdidas y/o reparación de infraestructura.
		N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS.	Se espera que aumente el número de personas en la Franja de Seguridad que serían afectadas en caso de que ocurriera una falla de gran magnitud en el ducto de transporte de GN. La magnitud de esta variable aumentaría en magnitud.
		Encarecimiento de la operación.	Se espera que, de ocurrir una falla que produzca fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad, la operación se encarezca en costos de mitigación de riesgos de índole social, por aumento de la prima de seguros, tiempo perdido de la operación, etc. La magnitud de esta variable aumentaría en magnitud.
	Intangible (no percibido)	Pérdida de prestigio.	Se espera que una falla de gran magnitud produzca la pérdida de la confianza de la sociedad y del Estado. La magnitud de esta variable aumentaría en magnitud.
		Costos ocultos.	Aunque este es un costo no percibido, se espera que no haya una variación en estos costos, en términos relativos.

**Tabla 37: Variación de las consecuencias**

Tabla 37: Variación de las consecuencias			
Actor	Tipo	Consecuencia	Variación
Estado	Tangible (percibido)	Desabastecimiento energético.	Se espera que esta variable aumente en magnitud debido al desabastecimiento de gas natural y al consecuente encarecimiento de la energía. La magnitud de esta variable también aumentaría.
		Demandas judiciales.	No se espera que haya variación en los costos relativos por demandas judiciales.
		Fatalidad o incapacidad permanente de personas en la FS.	Se espera que aumente el número de personas en la Franja de Seguridad que serían afectadas en caso de que ocurriera una falla de gran magnitud en el ducto de transporte de GN. La magnitud de esta variable también aumentaría.
		Conflictos sociales.	Se espera un aumento en el número de conflictos y demandas de la sociedad civil ante la afectación de las personas ubicadas en la Franja de Seguridad. La magnitud de esta variable también aumentaría.
	Intangible (no percibido)	Pérdida de legitimidad.	Se espera que una falla de gran magnitud produzca la reducción de la credibilidad de las instituciones del Estado, respecto a que puedan garantizar la seguridad de los ciudadanos. La magnitud de esta variable también aumentaría.
		Costos ocultos.	Aunque este es un costo no percibido, se espera que no haya una variación en estos costos, en términos relativos.
Población	Tangible (percibido)	Pérdida de bienes.	En consideración a que habría un aumento en el número de personas en la Franja de Seguridad que serían afectadas en caso de que ocurriera una falla de gran magnitud en el ducto de transporte de GN, también sería mayor la pérdida de bienes de dichas personas. La magnitud de esta variable también aumentaría.
		Fatalidad o incapacidad permanente de personas en la FS.	Se espera que aumente el número de personas en la Franja de Seguridad que serían afectadas en caso de que ocurriera una falla de gran magnitud en el ducto de transporte de GN. La magnitud de esta variable también aumentaría.
	Intangible (no percibido)	Pérdida de (sus) vidas.	No se espera que, sin concientización continua, las personas ubicadas en la Franja de Seguridad perciban la magnitud del riesgo a sus propias vidas.
		Costos ocultos.	Aunque este es un costo no percibido, se espera que no haya una variación en estos costos, en términos relativos.

Fuente: Robles (2018).  
Elaboración propia

De lo anterior, encontramos que ninguna consecuencia disminuiría en magnitud, y que algunas de ellas aumentarían. Los resultados de la tabla anterior indican que las siguientes consecuencias aumentarían en magnitud:

<b>Tabla 38: Consecuencias que aumentarían su magnitud</b>	
<b>Empresa</b>	• N° de personas muertas o con incapacidad permanente en la FS.
	• Encarecimiento de la operación.
	• Pérdida de prestigio.
<b>Estado</b>	• Desabastecimiento energético.
	• Fatalidad o incapacidad permanente de personas en la FS.
	• Conflictos sociales.
	• Pérdida de legitimidad.
<b>Población</b>	• Pérdida de bienes.
	• Fatalidad o incapacidad permanente de personas en la FS.
Nota: Las otras consecuencias no variarían en términos relativos. Fuente: Robles (2019). Elaboración propia.	

Cabe indicar que el aumento en la magnitud de las consecuencias citadas también aumentaría la frecuencia de los incidentes.

#### 5.4. Nivel de riesgo

Cabe mencionar que parte de lo expuesto en esta sección ha sido publicado en la revista “Ciencia y Tecnología”<sup>72</sup>, en el artículo “Política de Gestión de Riesgos: el caso del transporte de gas natural por ductos”, elaborado por el autor de esta tesis.

El “nivel de riesgo”, según lo definido en la Tabla 28 “Variables relacionadas a la hipótesis” se ha definido como la “Combinación de las consecuencias de un evento y su frecuencia de ocurrencia”. Por lo cual, el “nivel de riesgo” es proporcional a la frecuencia y a las consecuencias.

Lo anterior significa que si hay un aumento de la frecuencia, y la consecuencia se mantiene constante, habrá un aumento del nivel de riesgo; de otro lado, si hay un

<sup>72</sup> Revista indizada en Latindex, con código ISSN 2070-089X y calificada como revista científica con visión internacional.

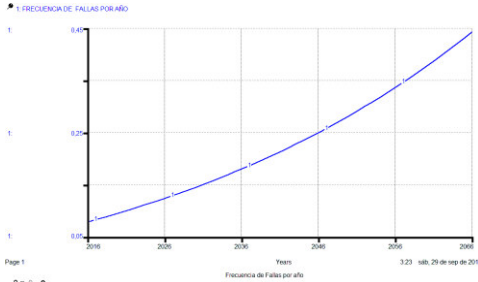
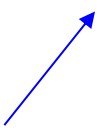

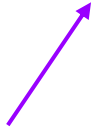
aumento en la magnitud de las consecuencias, y la frecuencia se mantiene constante, habrá un aumento en el nivel de riesgo.

De lo anterior, si aumentan las magnitudes de la frecuencia y la consecuencia, aumenta la magnitud del “nivel de riesgo”.

El Gráfico 37 indica que la frecuencia de ocurrencia de incidentes con la potencialidad de producir fatalidades o incapacidad permanente aumenta en el tiempo. Asimismo, de lo expuesto en la Tabla 38, encontramos que la magnitud de las consecuencias también aumentaría.

En ese sentido, si aumenta la frecuencia, y aumenta la magnitud de las consecuencias, el nivel de riesgo también aumentaría, con lo cual la hipótesis de esta tesis respecto a que “el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la franja de seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo” resulta verdadera.

Lo anterior es explicado gráficamente:

Tabla 39: Explicación gráfica del aumento del Nivel de Riesgo				
Frecuencia	x	Consecuencia	=	Nivel de Riesgo
	X	Ninguna consecuencia disminuye en magnitud, y la de algunas de ellas aumentaría.	=	En consideración a que aumentan tanto la frecuencia como la consecuencia, el nivel de riesgo aumentaría.
	X		=	
Elaboración propia.				

## 5.5. Evaluación del modelo

No es posible demostrar de manera rigurosa el modelo propuesto en este trabajo, no obstante, se puede verificar que los resultados plantean situaciones coherentes: aumento del número de personas en Áreas Vulnerables, aumento del número de personas en la Franja de Seguridad, aumento en el número de fallas por afectaciones de terceros, aumento de la frecuencia de fallas. Los resultados mencionados también muestran consistencia lógica con los supuestos del modelo.

De otro lado, la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP), operadora de los ductos de transporte de GN y LGN de Camisea a la costa, entre junio 2010 y noviembre 2017, remitió 242 comunicaciones al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) referidas a afectaciones de terceros al Derecho de Vía (DDV) o a sus cercanías, o sobre la traza de los ductos mencionados. Las cartas de TGP, referidas a afectaciones al DDV están expuestas en el Anexo 1.

<b>Tabla 40: N° de cartas referidas a afectaciones al DDV o FS – Sector costa</b>			
<b>Año</b>	<b>Periodo</b>	<b>N° de cartas</b>	<b>N° estimado de personas en FS (/a)</b>
2010	Junio a diciembre	19	205
2011	Enero a diciembre	49	774
2012	Enero a diciembre	44	554
2013	Febrero a diciembre	32	345
2014	Enero a agosto	11	194
2015	Enero a diciembre	65	360
2016	Abril a septiembre	5	36
2017	Febrero a noviembre	17	446
	<b>TOTAL</b>	<b>242</b>	<b>2914</b>
(/a) Este estimado es referencial, porque ha sido elaborado a partir de las comunicaciones de TGP referidas a afectaciones al Derecho de Vía (DDV). Asimismo, sólo se ha considerado los números enteros.			
Fuente: Cartas de TGP referidas a afectaciones de terceros (Listadas en el Anexo 1)			

Si los resultados de la tabla anterior los comparamos con los resultados del modelo, obtenemos lo siguiente:

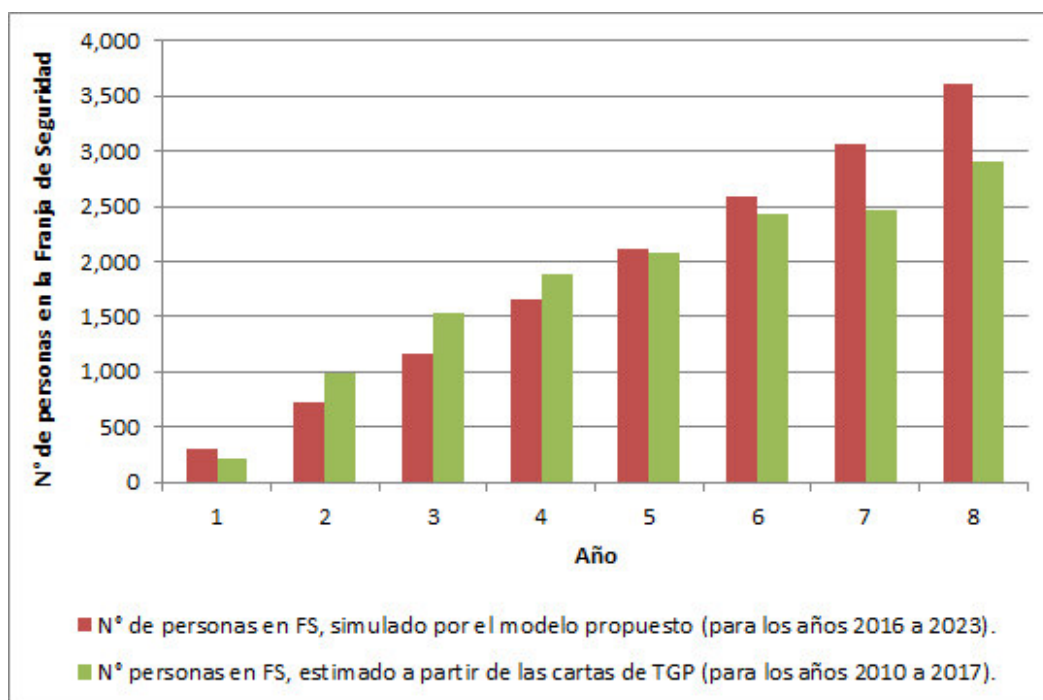


Tabla 41: Estimado de personas en FS - Resultados de los datos reportados por TGP vs. el modelo propuesto		
AÑO	N° de personas en FS, simulado por el modelo propuesto (/a)	N° personas en FS, estimado a partir de las cartas de TGP (/b)
1	300	205
2	724	979
3	1,159	1,533
4	1,664	1,878
5	2,119	2,072
6	2,584	2,432
7	3,061	2,468
8	3,608	2,914

(/a) Resultados expuestos en el Anexo 4, del año 2016 al 2023.  
 (/b) La cantidad proyectada para el año 1 se suma a la del año 2, la del año 2 a la del año 3, y así sucesivamente. Se toman los valores del año 2010 al 2017

El gráfico siguiente expone un diagrama de barras de los resultados mostrados en la tabla anterior:

**Gráfico 40: Comparativo del número de personas en FS, resultados del modelo propuesto y lo estimado a partir de los datos reportados por TGP.**



Elaboración propia.

Al comparar los resultados del número de personas en la Franja de Seguridad (FS), según lo estimado a partir de las cartas de TGP y lo indicado por el modelo propuesto, encontramos que dichos resultados guardan relación entre sí, y que muestran tendencias paralelas, por lo cual, se puede afirmar que el modelo propuesto resulta confiable, con un margen de error relativo.

Cabe recalcar que el objetivo del modelo no es predecir resultados exactos, sino describir los comportamientos de ciertas variables en el futuro, dependiendo de las acciones que tomemos en el presente.

## 6. Propuesta de políticas y evaluación de resultados

*“¡Cómo, hermanos humanos,  
no deciros que ya no puedo y  
ya no puedo con tanto cajón,  
tanto minuto, tanta  
lagartija y tanta  
inversión, tanto lejos y tanta sed de sed!  
Señor Ministro de Salud: ¿qué hacer?  
¡Ah! Desgraciadamente, hombres humanos,  
Hay, hermanos, muchísimo que hacer”.*

César Vallejo, “Los nueve monstruos”

### 6.1. Consideraciones

---

En consideración a los resultados del modelo, corresponde proponer las políticas necesarias con la finalidad de mejorar el comportamiento de la variable considerada como problema.

Debido a que el problema plantea la pregunta: ¿El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la franja de seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo?, la variable del modelo de simulación que más contribuye al aumento de esta variable es el “Nº personas en la Franja de Seguridad”.

En ese sentido, corresponde proponer las políticas necesarias para:

- 1) Realizar acciones preventivas para reducir las fallas por: inundaciones y vandalismo<sup>73</sup>.

---

<sup>73</sup> No corresponde evaluar las amenazas no identificadas, puesto que son amenazas no previstas.

2) Realizar las acciones pertinentes para reducir el número de fallas de daños por terceros “N° fallas daño x terceros”, lo cual se puede lograr mediante las siguientes acciones:

- a) Aumentar las gestiones de la empresa para reducir el número de personas que pasa de las Áreas Vulnerables a la Franja de Seguridad, con lo cual se reduciría el “N° fallas daño x terceros”.
- b) Reducir el “N° de personas ubicadas en Áreas Vulnerables”, lo cual es competencia únicamente del Estado.

En ese sentido, corresponde proponer acciones para:

- i. Reducir la migración, en tanto que aumenta el “N° de personas ubicadas en Áreas Vulnerables”.
- ii. Aumentar el número de personas reubicadas.
- iii. Reducir el número de personas que van a las áreas vulnerables “Personas a AV”, lo cual se conseguiría aumentando el número de personas que no ingresan a las áreas vulnerables “N° Personas que no entran a AV”.

## 6.2. Escenarios de las políticas propuestas

A partir de las consideraciones indicadas en el ítem anterior se propone los siguientes escenarios:

Tabla 42: Políticas propuestas (escenarios de simulación)		
N°	SOLUCIÓN ENFOCADA A...	VARIABLES A MEJORAR
<b>Escenario 1</b>	Reducir fallas no derivadas de daño por 3ra parte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “N° fallas x inundaciones”.</li> <li>• “N° fallas x vandalismo”.</li> </ul>
<b>Escenario 2</b>	Aumentar las obligaciones de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tasa capacitación”.</li> <li>• “Tasa de gestiones con autoridades”.</li> <li>• “Tasa patrullaje”.</li> </ul>

Tabla 42: Políticas propuestas (escenarios de simulación)		
N°	SOLUCIÓN ENFOCADA A...	VARIABLES A MEJORAR
<b>Escenario 3</b>	Limitar que candidatos políticos promuevan la invasión de la FS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Ingreso x motivación a invadir”.</li> </ul>
<b>Escenario 4</b>	Reducir el aumento del N° de personas a AV por “Migración”.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Prevención a desastres”.</li> <li>• “Prevención al CC”.</li> <li>• “Prevención a narcoterrorismo”.</li> </ul>
<b>Escenario 5</b>	Aumentar el número de personas reubicadas de las AV.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Porcentaje de reubicación”.</li> </ul>
<b>Escenario 6</b>	Promover la educación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Inversión en educación”.</li> <li>• “Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas”.</li> </ul>
<b>Escenario 7</b>	Reducir la vulnerabilidad a la pobreza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Inversión en Salud”.</li> <li>• “Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas”.</li> </ul>
<b>Escenario 8</b>	Mejorar la eficacia en el gasto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Eficacia gasto”.</li> </ul>
<b>Escenario 9</b>	Mejorar la eficiencia del gasto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Eficiencia gasto”.</li> </ul>
<b>Escenario 10</b>	Tratar el problema de la investigación de manera intensiva, en varios aspectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Inversión en educación”.</li> <li>• “Inversión en Salud”.</li> <li>• “Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas”.</li> <li>• “Eficacia gasto”.</li> <li>• “Eficiencia gasto”.</li> <li>• “Porcentaje de reubicación”.</li> <li>• “Prevención a desastres”.</li> <li>• “Prevención al CC”.</li> <li>• “Prevención a narcoterrorismo”.</li> <li>• “N° fallas x inundaciones”.</li> <li>• “N° fallas x vandalismo”.</li> <li>• “Tasa capacitación”.</li> <li>• “Tasa de gestiones con autoridades”.</li> <li>• “Tasa patrullaje”.</li> <li>• “Ingreso x motivación a invadir”.</li> </ul>
Elaboración propia.		

### 6.3. Explotación del modelo de simulación

La siguiente tabla presenta los valores que se utilizarán para realizar la simulación, así como la política a aplicar y su justificación, considerando los escenarios planteados anteriormente.

Tabla 43: Valores considerados para la simulación de escenarios

N°	Variables a mejorar	Valor inicial(*)	Valor a simular	Política / Acciones (*)
<b>Escenario 1</b>	N° fallas x inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención a los efectos del CC = 0.07.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención a los efectos del CC = 0.14.</li> </ul>	“Prevención al CC” = 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar acciones eficaces de prevención a los efectos del CC.</li> </ul>
	N° fallas x vandalismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo = 2.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo= 3.33.</li> </ul>	“Prevención a narcoterrorismo” = 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo.</li> </ul>
<b>Escenario 2</b>	Tasa capacitación	0.05	0.15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer la supervisión del Estado respecto a la fiscalización de las empresas.</li> <li>• Hacer la normativa exigible a los operadores de ductos de GN menos flexible, respecto a la seguridad de la operación de las instalaciones de GN.</li> <li>• Se estima que la supervisión del Estado y la normativa aprobada llevan estas tasas hasta lo máximo estimado (Ver Tabla N° 35).</li> </ul>
	Tasa de gestiones con autoridades.	0.05	0.10	
	Tasa patrullaje.	0.075	0.15	
<b>Escenario 3</b>	Ingreso x motivación a invadir.	60 personas que ingresan a FS cada 4 años, desde el 2018.	30 personas cada 4 años.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar medidas de difusión y de prevención de los riesgos en la Franja de Seguridad.</li> <li>• Fiscalizar (y judicializar) la normativa que prohíba a los representantes públicos promover la invasión de la Franja de Seguridad.</li> </ul>
<b>Escenario 4</b>	Prevención a desastres.	0	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar acciones eficaces de prevención de desastres.</li> </ul>
	Prevención al CC.	0	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar acciones eficaces de prevención al cambio climático.</li> </ul>
	Prevención a narcoterrorismo.	0	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar acciones eficaces de prevención contra el narcoterrorismo</li> </ul>

Tabla 43: Valores considerados para la simulación de escenarios

N°	Variables a mejorar	Valor inicial(*)	Valor a simular	Política / Acciones (*)
<b>Escenario 5</b>	Porcentaje de reubicación.	0.000288993	0.014743066	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicar a las personas de las áreas vulnerables y/o coordinar para que construyan de manera segura.</li> <li>• Considérese que el año 2015 el Estado otorgó: <sup>74</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 98,221 Bonos del programa Techo Propio.</li> <li>– 35,594 Créditos del programa Mi Vivienda.</li> <li>– 1,820 Créditos del programa Mi Construcción.</li> </ul> </li> <li>• Acciones de política: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Orientar el total de créditos Mi Construcción (que es el único que ofrece “construir o mejorar tu vivienda con apoyo de un profesional constructor”) a reubicar personas de las AV y/o a la construcción de manera segura.</li> <li>– Orientar la tercera parte de los bonos Techo Propio y de los créditos Mi Vivienda a la reubicación de personas en AV y/o a la construcción de manera segura.</li> </ul> </li> <li>• Lo anterior haría un total de 46,424 viviendas que salen de AV (<math>=98221/3 + 35594/3 + 1820</math>), lo cual representaría la reubicación de 167,126 (<math>= 46,424 \times 3.6</math>) personas. Este valor representa el 1.4743066% de la población ubicada en AV (<math>= 167,126 / 11'335,905</math>).</li> </ul>
<b>Escenario 6</b>	Inversión en educación.	0.038	0.07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se estima un aumento en el presupuesto de la educación al 7% del PBI.</li> <li>• Integrar una visión abierta de la vulnerabilidad mediante la revalorización de áreas geográficas, recuperación de recursos comunes y del sentido de lugar e identidad.</li> <li>• Incidir en el reconocimiento de las consecuencias no percibidas.</li> </ul>

<sup>74</sup> Se toma este año, porque es el último del cual se dispone un valor (<http://geo.vivienda.gob.pe/dnv/documentos/indicadores/indicadores-de-vivienda.pdf>).

Tabla 43: Valores considerados para la simulación de escenarios

N°	Variables a mejorar	Valor inicial(*)	Valor a simular	Política / Acciones (*)
	Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas	0.002	0.05	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar el presupuesto del MINEDU destinado a reducir brechas a un 5%.</li> </ul>
<b>Escenario 7</b>	Inversión en Salud.	0.0526	0.07	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar el presupuesto del sector salud al 7% del PBI.</li> </ul>
	Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas.	0.002	0.05	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar el presupuesto del MINEDU destinado a reducir brechas a un 5%.</li> <li>Promover una perspectiva abierta, respecto a las vulnerabilidades.</li> </ul>
<b>Escenario 8</b>	Eficacia gasto.	0.04	0.20	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecutar proyectos de capacitación y de seguimiento destinados a mejorar la eficacia del gasto.</li> <li>El objetivo es mejorar la eficacia hasta un 20%.</li> </ul>
<b>Escenario 9</b>	Eficiencia gasto.	0.52	0.70	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecutar proyectos de capacitación y de seguimiento destinados a mejorar la eficiencia del gasto.</li> <li>El objetivo es mejorar la eficiencia hasta un 70%.</li> </ul>
<b>Escenario 10</b>	Inversión en educación.	0.038	0.07	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicado para los escenarios anteriores.</li> </ul>
	Inversión en Salud.	0.0526	0.07	
	Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas.	0.002	0.05	
	Eficacia gasto.	0.04	0.20	
	Eficiencia gasto.	0.52	0.70	
	Porcentaje de reubicación.	0.000288993	0.014743066	

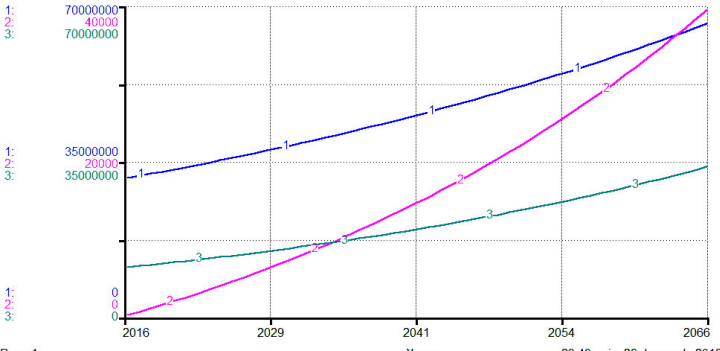
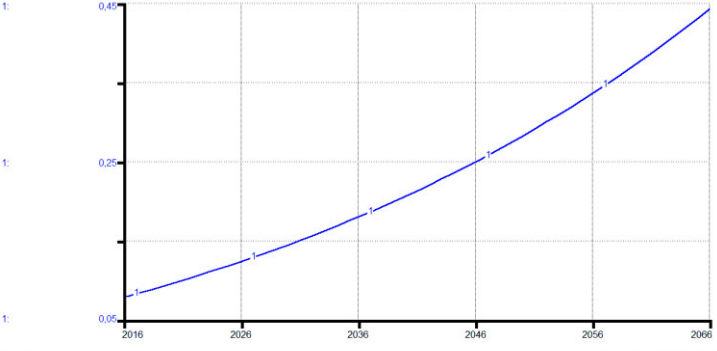
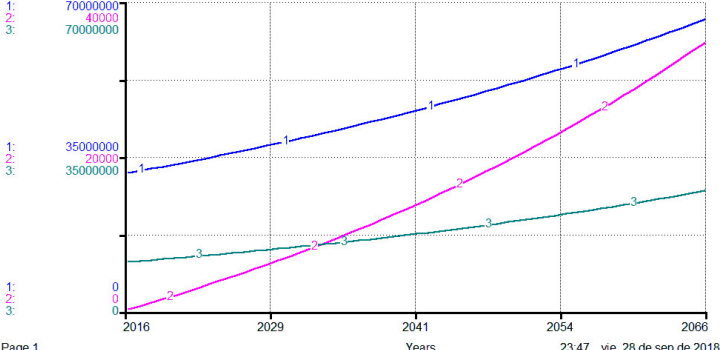
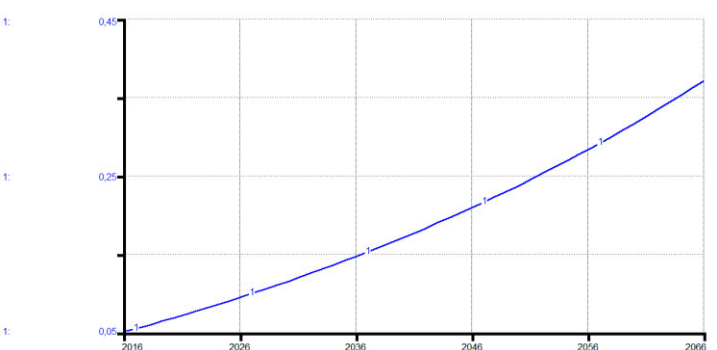


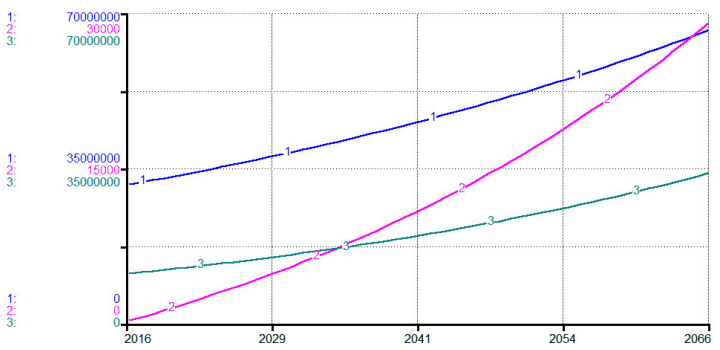
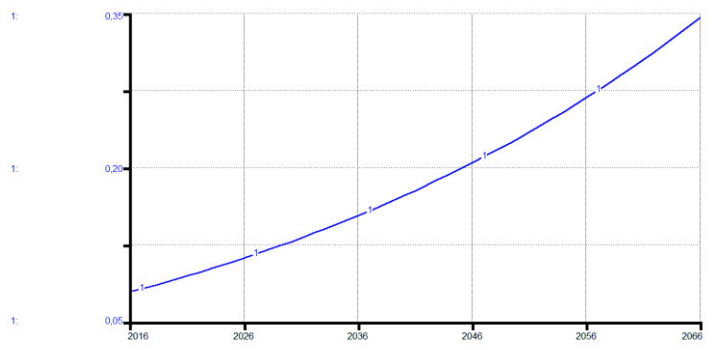
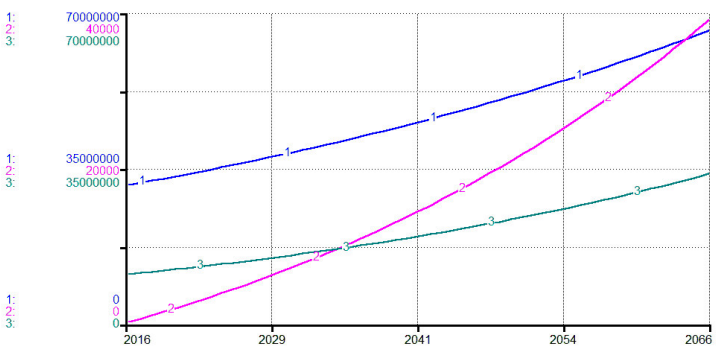
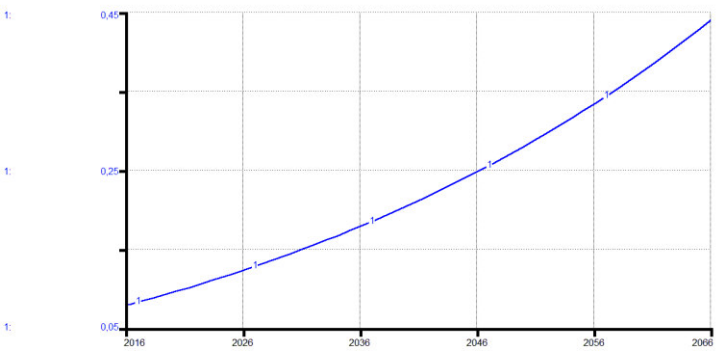
Tabla 43: Valores considerados para la simulación de escenarios

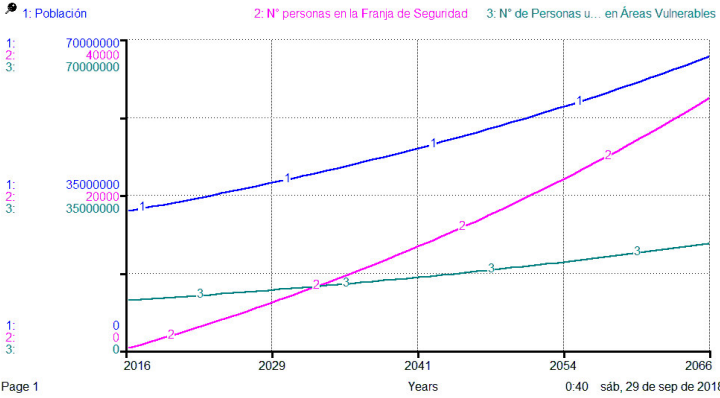
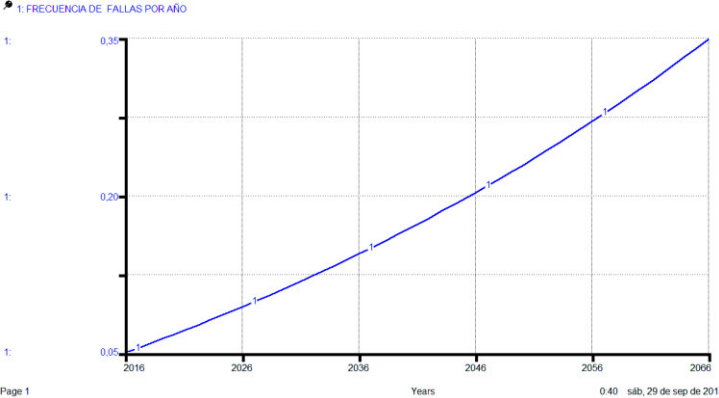
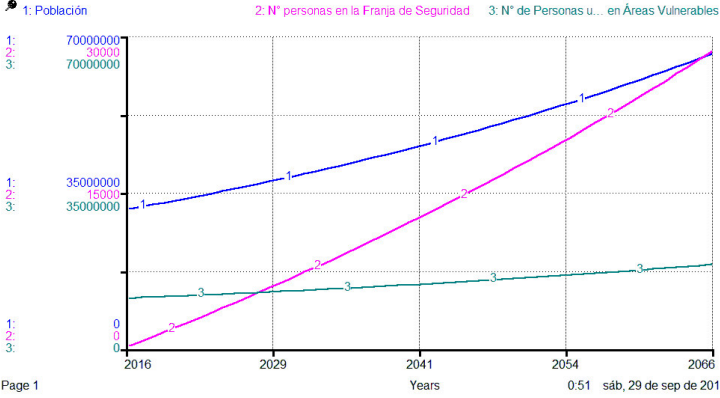
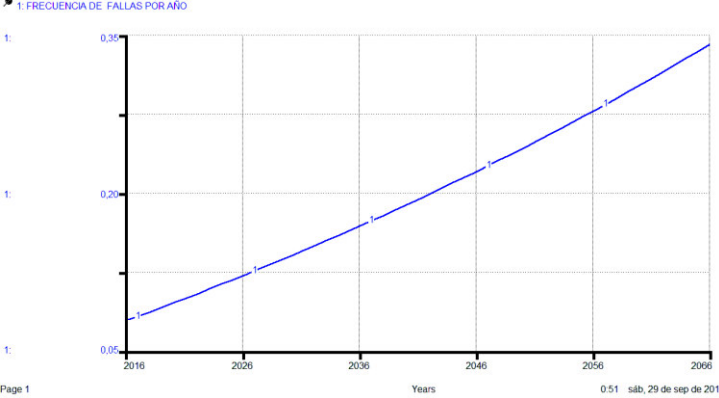
N°	Variables a mejorar	Valor inicial(*)	Valor a simular	Política / Acciones (*)
	Prevención a desastres.	0	1	
	Prevención al CC.	0	1	
	Prevención a narcoterrorismo.	0	1	
	N° fallas x inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención a los efectos del CC = 0.210526316.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención a los efectos del CC = 0.421052632.</li> </ul>	"Prevención al CC" = 1	
	N° fallas x vandalismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se toma acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo = 2.</li> <li>• Si no se toma acciones eficaces de prevención al narco-terrorismo= 3.33.</li> </ul>	"Prevención a narcoterrorismo" = 1	
	Tasa capacitación.	0.05	0.15	
	Tasa de gestiones con autoridades.	0.05	0.10	
	Tasa patrullaje.	0.075	0.15	
	Ingreso x motivación a invadir.	60 personas que ingresan a FS cada 4 años, desde el 2018.	30 personas cada 4 años.	

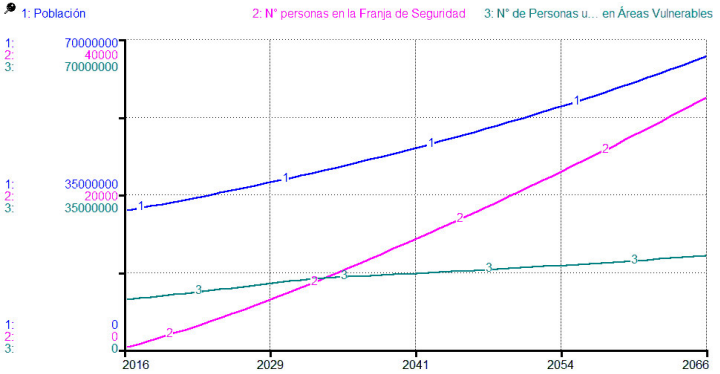
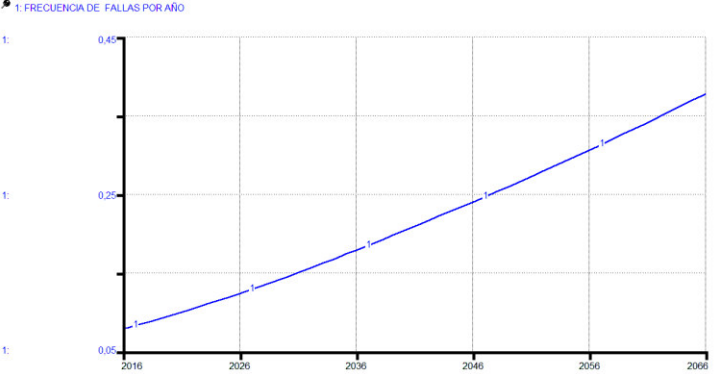
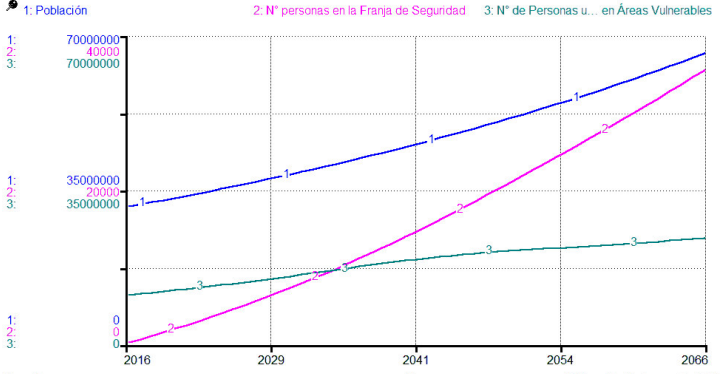
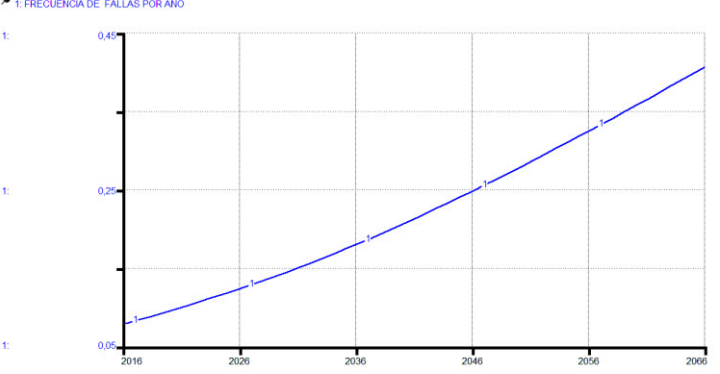
(\*)Referencia: Tabla N° 35 "Variables utilizadas para el Diagrama de Forrester (D-F), a partir de las variables del modelo causal". Los valores utilizados son extraídos de esta tabla.

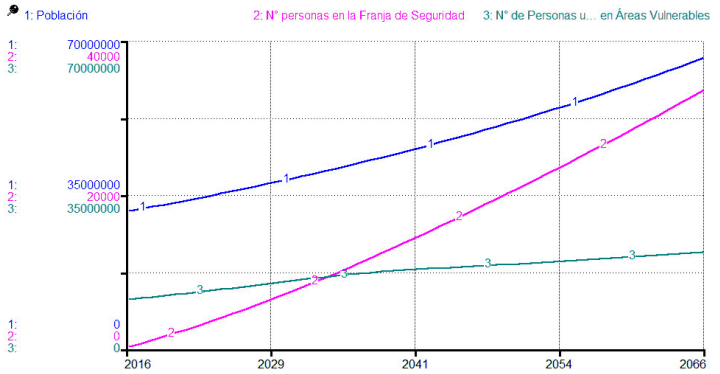
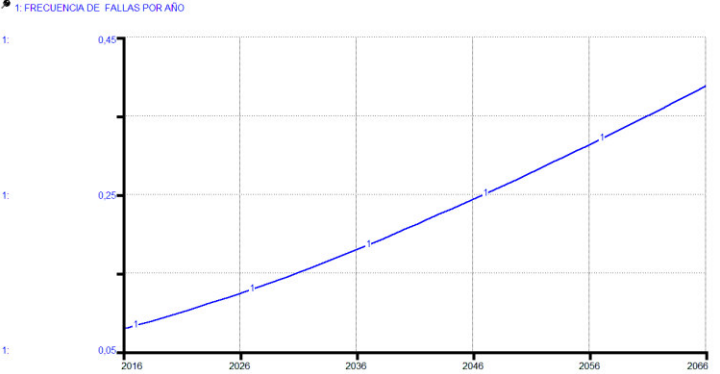
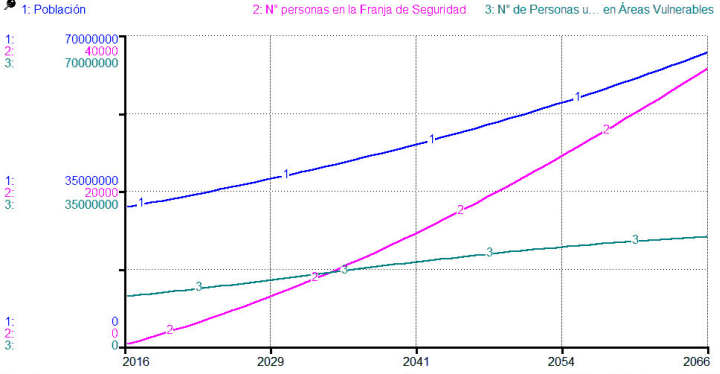
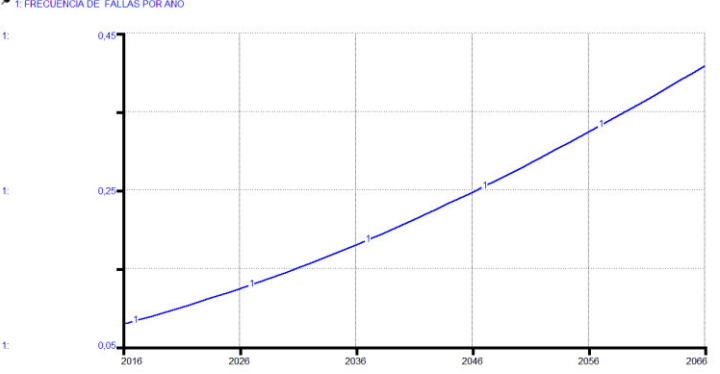
Tabla 44: Resultados de la simulación de escenarios

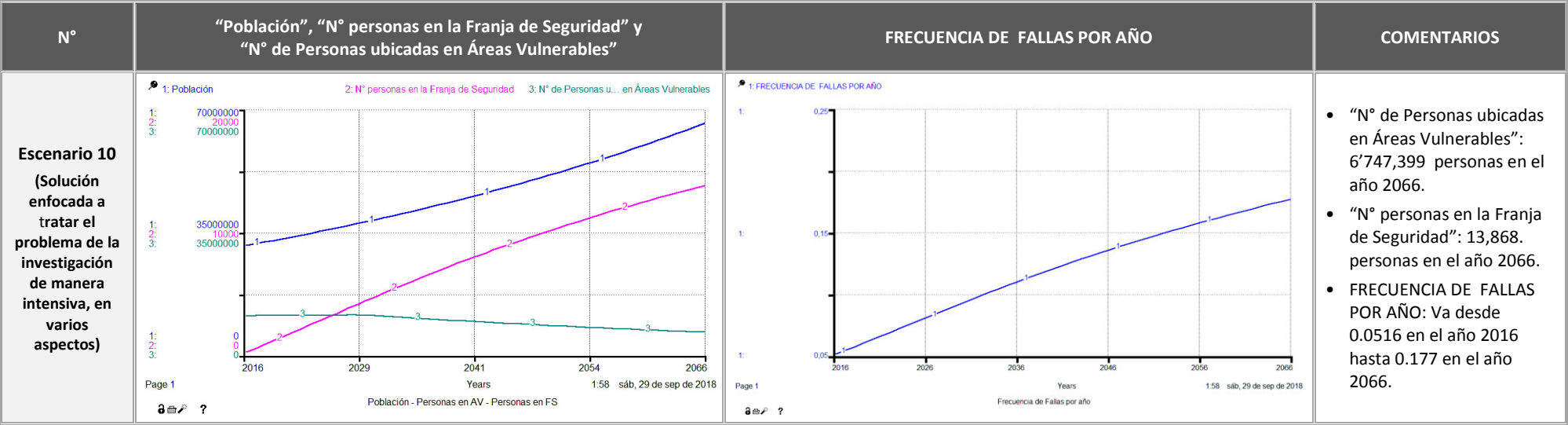
N°	"Población", "N° personas en la Franja de Seguridad" y "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables"	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	COMENTARIOS
Escenario inicial (situación actual)	<p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p>  <p>Page 1 Población - Personas en AV - Personas en FS 23:43 vie, 28 de sep de 2018</p>	<p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p>  <p>Page 1 Frecuencia de Fallas por año 3:23 sáb, 29 de sep de 2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables": 33'967,813 personas en el año 2066.</li> <li>• "N° personas en la Franja de Seguridad": 39,581. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.079608 en el año 2016 hasta 0.443320 en el año 2066.</li> </ul>
Escenario 1 (Solución enfocada a reducir las fallas no derivadas de daño por 3ra parte)	<p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p>  <p>Page 1 Población - Personas en AV - Personas en FS 23:47 vie, 28 de sep de 2018</p>	<p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p>  <p>Page 1 Frecuencia de Fallas por año 23:47 vie, 28 de sep de 2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables": 27'403,285 personas en el año 2066.</li> <li>• "N° personas en la Franja de Seguridad": 24,845. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.051608 en el año 2016 hasta 0.371471 en el año 2066.</li> </ul>

N°	"Población", "N° personas en la Franja de Seguridad" y "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables"	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	COMENTARIOS
<b>Escenario 2</b> (Solución enfocada a aumentar las obligaciones de la empresa)	<p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p>  <p>Page 1 0:13 sáb, 29 de sep de 2018 Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	<p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p>  <p>Page 1 0:13 sáb, 29 de sep de 2018 Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables": 33'967,813 personas en el año 2066.</li> <li>• "N° personas en la Franja de Seguridad": 29,064 personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.345944 en el año 2066.</li> </ul>
<b>Escenario 3</b> (Solución enfocada a limitar que candidatos políticos promuevan la invasión de la FS)	<p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p>  <p>Page 1 0:30 sáb, 29 de sep de 2018 Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	<p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p>  <p>Page 1 0:30 sáb, 29 de sep de 2018 Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables": 33'967,813 personas en el año 2066.</li> <li>• "N° personas en la Franja de Seguridad": 39,221. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.439986 en el año 2066.</li> </ul>

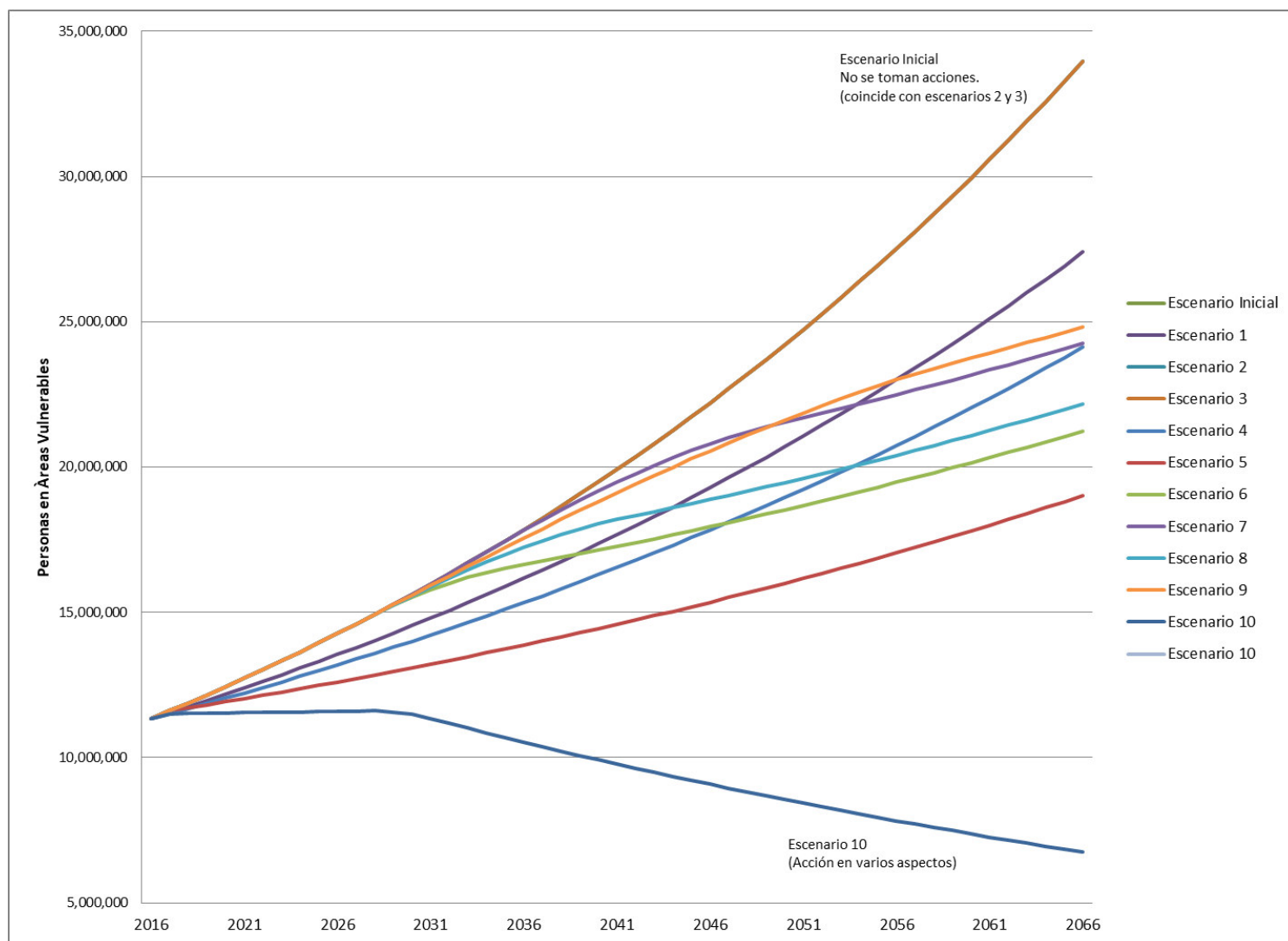
N°	“Población”, “N° personas en la Franja de Seguridad” y “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	COMENTARIOS
<b>Escenario 4</b> (Solución enfocada a reducir el aumento del N° de personas a AV por “Migración”)	 <p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p> <p>1: 70000000 2: 40000 3: 70000000</p> <p>1: 35000000 2: 20000 3: 35000000</p> <p>1: 0 2: 0 3: 0</p> <p>Page 1</p> <p>0.40 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	 <p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p> <p>1: 0.35</p> <p>1: 0.20</p> <p>1: 0.05</p> <p>Page 1</p> <p>0.40 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”: 24’121,022 personas en el año 2066.</li> <li>• “N° personas en la Franja de Seguridad”: 32,477. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0516 en el año 2016 hasta 0.3495 en el año 2066.</li> </ul>
<b>Escenario 5</b> (Solución enfocada a aumentar el número de personas reubicadas de las AV)	 <p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p> <p>1: 70000000 2: 30000 3: 70000000</p> <p>1: 35000000 2: 15000 3: 35000000</p> <p>1: 0 2: 0 3: 0</p> <p>Page 1</p> <p>0.51 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	 <p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p> <p>1: 0.35</p> <p>1: 0.20</p> <p>1: 0.05</p> <p>Page 1</p> <p>0.51 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”: 19’021,119 personas en el año 2066.</li> <li>• “N° personas en la Franja de Seguridad”: 28,596. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.342 en el año 2066.</li> </ul>

N°	“Población”, “N° personas en la Franja de Seguridad” y “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	COMENTARIOS
<b>Escenario 6</b> (Solución enfocada a promover la educación)	 <p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p> <p>Page 1</p> <p>Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	 <p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p> <p>Page 1</p> <p>Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”: 21’248,351 personas en el año 2066.</li> <li>• “N° personas en la Franja de Seguridad”: 32,549. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.378 en el año 2066.</li> </ul>
<b>Escenario 7</b> (Solución enfocada a reducir la vulnerabilidad a la pobreza)	 <p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p> <p>Page 1</p> <p>Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	 <p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p> <p>Page 1</p> <p>Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables”: 24’260,895 personas en el año 2066.</li> <li>• “N° personas en la Franja de Seguridad”: 35,680. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.407 en el año 2066.</li> </ul>

N°	"Población", "N° personas en la Franja de Seguridad" y "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables"	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	COMENTARIOS
<b>Escenario 8</b> (Solución enfocada a mejorar la eficacia en el gasto)	 <p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p> <p>Page 1</p> <p>1:34 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	 <p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p> <p>Page 1</p> <p>1:34 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables": 22'179,520 personas en el año 2066.</li> <li>• "N° personas en la Franja de Seguridad": 33,622. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.388 en el año 2066.</li> </ul>
<b>Escenario 9</b> (Solución enfocada a mejorar la eficiencia del gasto)	 <p>1: Población 2: N° personas en la Franja de Seguridad 3: N° de Personas u... en Áreas Vulnerables</p> <p>Page 1</p> <p>1:46 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Población - Personas en AV - Personas en FS</p>	 <p>1: FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO</p> <p>Page 1</p> <p>1:46 sáb, 29 de sep de 2018</p> <p>Frecuencia de Fallas por año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables": 24'837,658 personas en el año 2066.</li> <li>• "N° personas en la Franja de Seguridad": 35,783. personas en el año 2066.</li> <li>• FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO: Va desde 0.0796 en el año 2016 hasta 0.408 en el año 2066.</li> </ul>



Simulación en el software Stella versión 10.1.2.  
Elaboración propia.



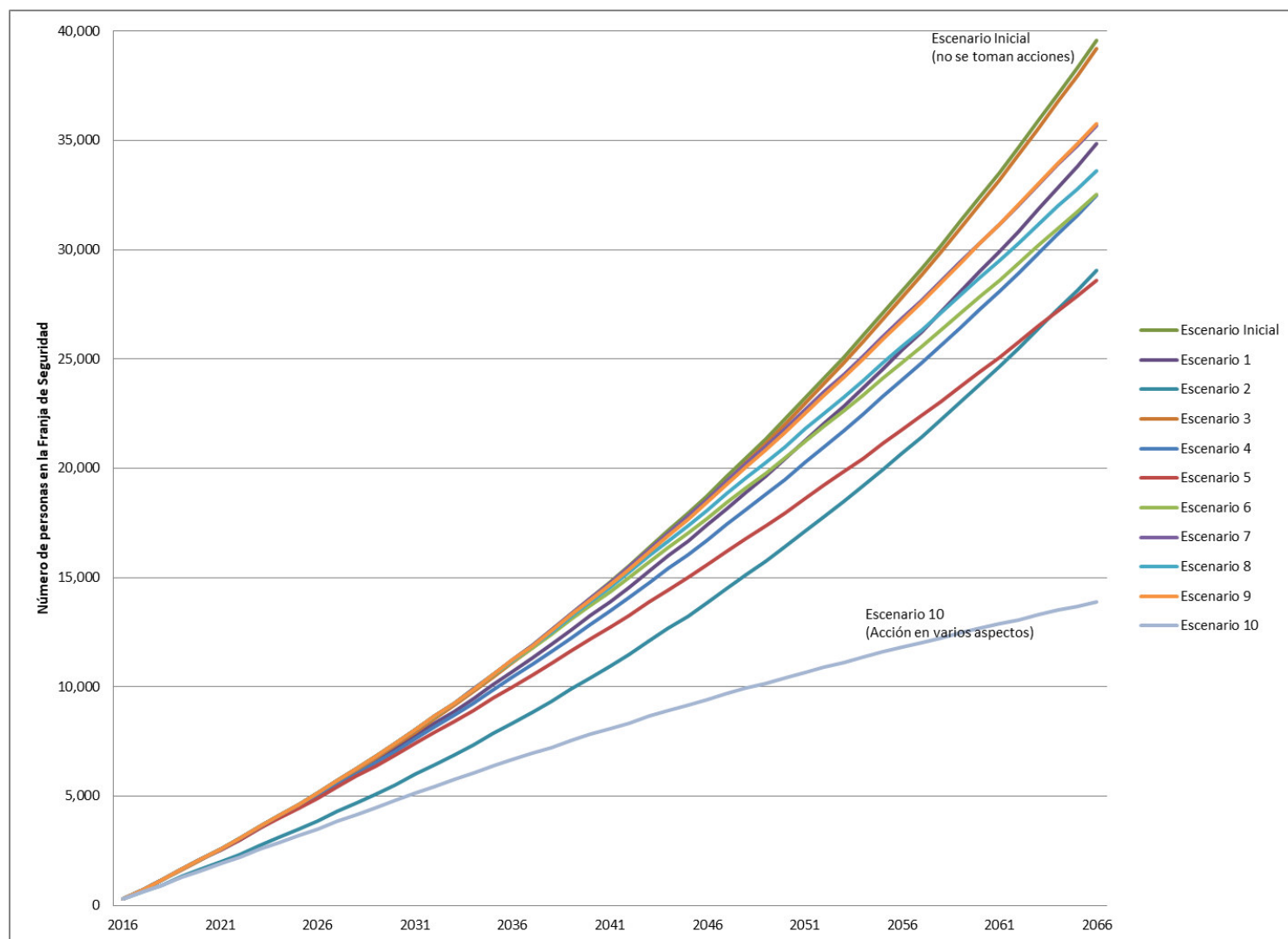
**Gráfico 41: Personas en Áreas Vulnerables – Comparación de escenarios**

Los escenarios que más contribuyen a la reducción del número de personas en AV son:

- 1º. Escenario 10.
- 2º. Escenario 5.
- 3º. Escenario 4 (hasta el 2046 aprox.).
- 4º. Escenario 6.
- 5º. Escenario 8.

Elaboración propia.



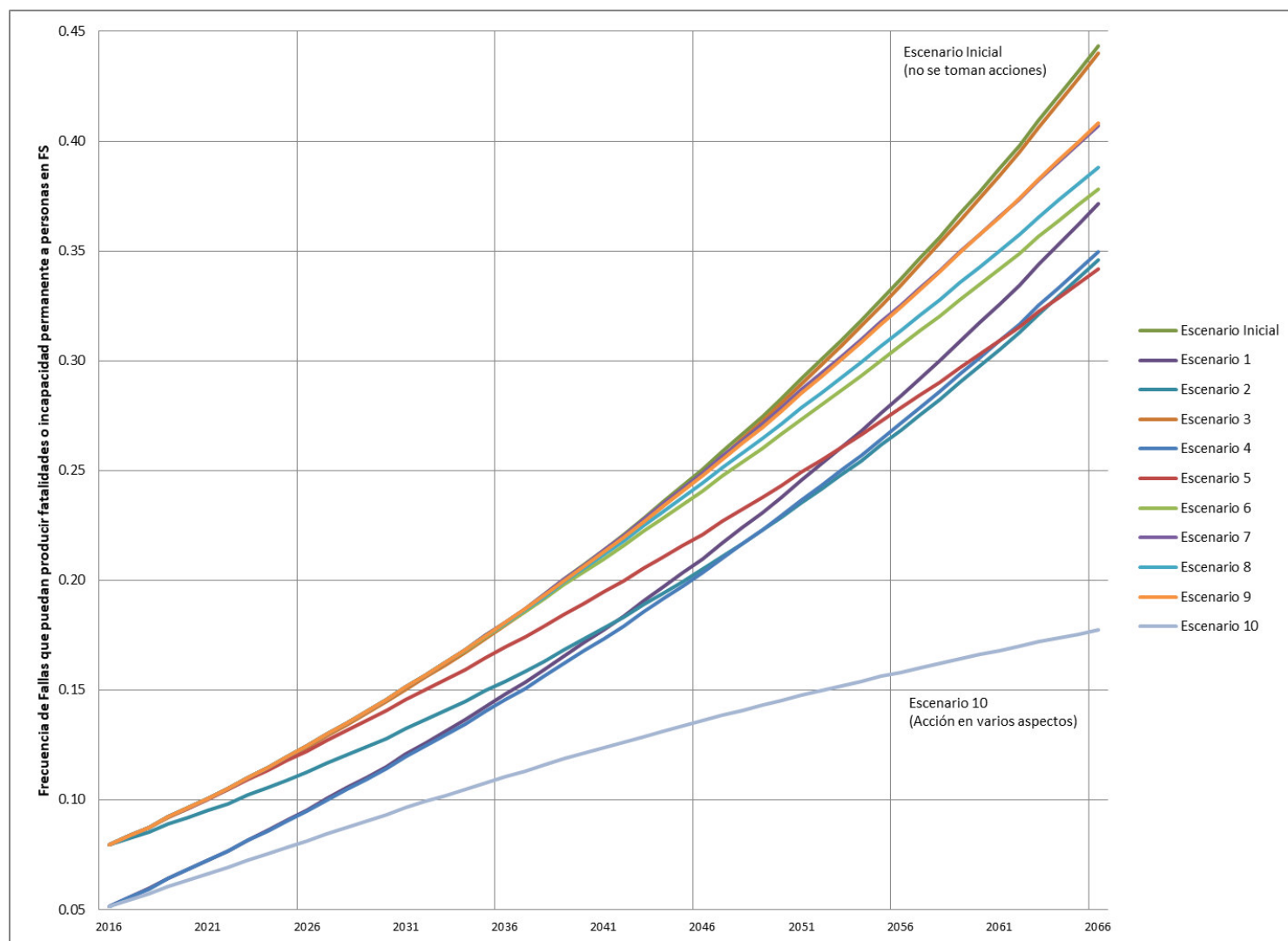


**Gráfico 42: Personas en la Franja de Seguridad – Comparación de escenarios**

Los escenarios que más contribuyen a la reducción del número de personas en FS son:

- 1º. Escenario 10.
- 2º. Escenario 2 (hasta el 2063 aprox.).
- 3º. Escenario 5.
- 4º. Escenario 4.
- 5º. Escenario 6.

Elaboración propia.



#### 6.4. Reducción del N° de personas en AV

---

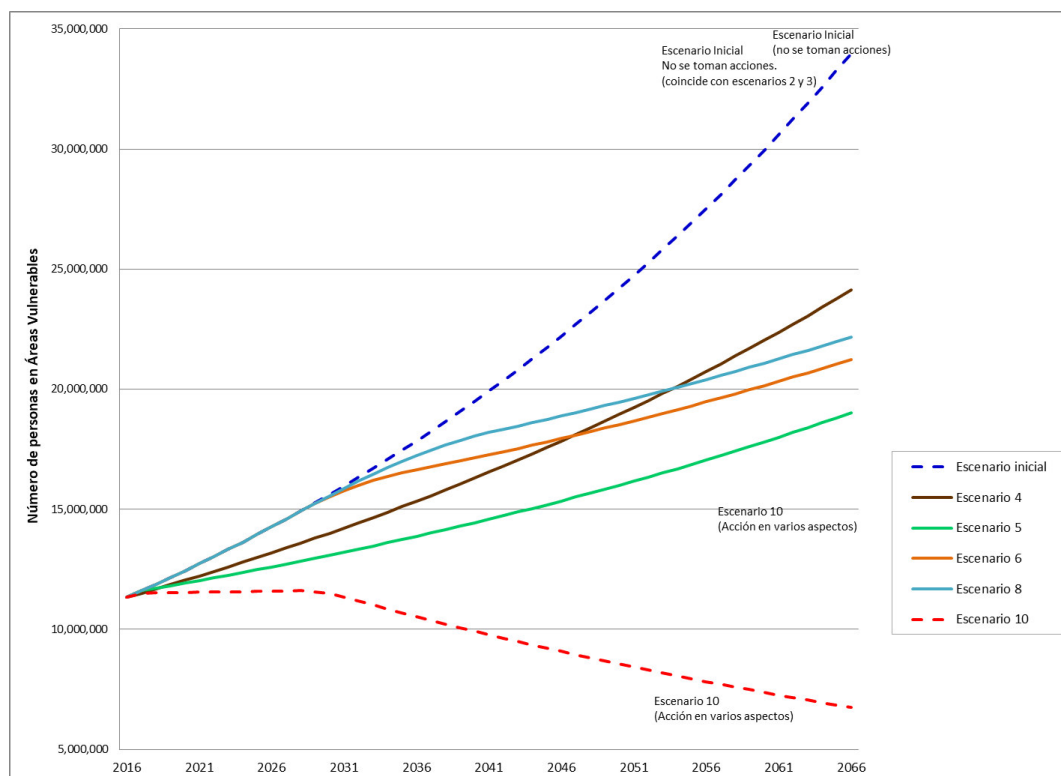
En el Gráfico N° 41 se comparan los resultados de los escenarios simulados en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2056, para el número de personas en Áreas Vulnerables (AV). En todos los escenarios planteados, a excepción del Escenario 10 “solución enfocada a tratar el problema de la investigación de manera intensiva, en varios aspectos”, el número de personas ubicadas en AV aumenta.

En el gráfico se aprecia que los escenarios que más contribuyen a la reducción del número de personas en AV, sin considerar el Escenario 10, son los siguientes:

- 1°. **Escenario 5:** Solución enfocada a aumentar el número de personas reubicadas de las AV.
- 2°. **Escenario 4:** Solución enfocada a reducir el aumento del N° de personas a AV por “Migración”
- 3°. **Escenario 6:** Solución enfocada a promover la educación.
- 4°. **Escenario 8:** Solución enfocada a mejorar la eficacia en el gasto.

En el Anexo 5 se presentan las variables utilizadas para cada modelo; asimismo, en el Anexo 6 se muestran los resultados del número de personas en AV, para cada escenario.

La gráfica de estos escenarios, incluyendo la gráfica del escenario inicial (sin tomar acciones) y el Escenario 10 es mostrada en el siguiente gráfico:

**Gráfico 44: Escenarios que aportan más a reducir el número de personas en AV**

Elaboración propia.

Nótese que aunque los escenarios propuestos reducen el número de personas en AV de manera significativa respecto al escenario inicial (en el cual no se toman acciones), la situación es tal, que el número de personas en áreas vulnerables seguirá aumentando a pesar de que se tome alguna de las medidas planteadas.

La aplicación de cualquier política que haga frente al problema de reducir el número de personas en áreas vulnerables debe considerar que, incluso, tomando acciones en varios aspectos, los resultados se verían, en el mejor de los casos, después de una década.

Cabe apuntalar que, de no tomarse medidas, el número de personas en áreas vulnerables podría pasar, en 20 años, del 36% al 41% de la población, y, en 50 años, más de la mitad de la población (51%) viviría en áreas vulnerables.<sup>75</sup> Este hecho, debe

<sup>75</sup> Para el cálculo de estos valores se ha utilizado los datos expuestos en el Anexo 4.

conllevar a que el Estado, desde los niveles más altos de decisión, agende la atención de este problema de manera prioritaria, tomando en consideración que, en el mejor de los casos, los resultados se verían luego de una década.

### 6.5. Reducción del N° de personas en FS

---

En el Gráfico 42 se presentan los resultados de los escenarios simulados, para el número de personas en la Franja de Seguridad (FS), en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2056. En todos los escenarios planteados, el número de personas ubicadas en FS aumenta.

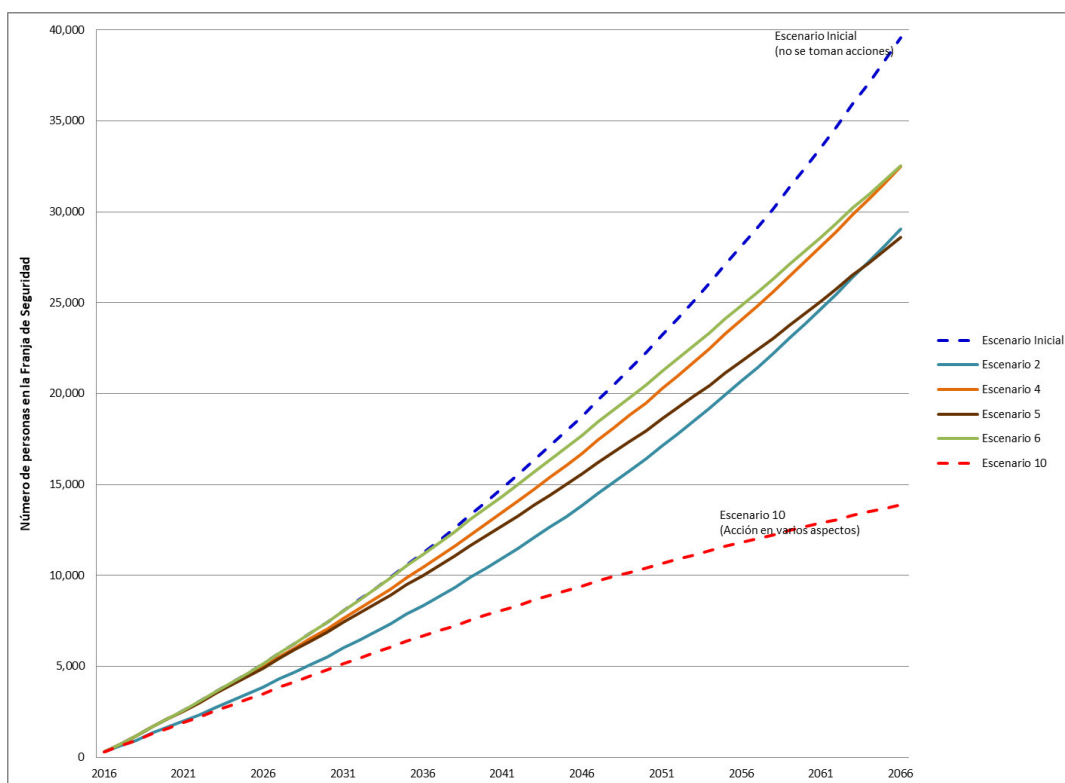
En el gráfico se aprecia que los escenarios que más contribuyen a la reducción del número de personas en FS, sin considerar el Escenario 10 “Solución enfocada a tratar el problema de la investigación de manera intensiva, en varios aspectos”, son:

- 1°. **Escenario 2:** Solución enfocada a aumentar las obligaciones de la empresa.
- 2°. **Escenario 5:** Solución enfocada a aumentar el número de personas reubicadas de las AV.
- 3°. **Escenario 4:** Solución enfocada a reducir el aumento del N° de personas a AV por “Migración”.
- 4°. **Escenario 6:** Solución enfocada a promover la educación.

En el Anexo 5 se presentan las variables utilizadas para cada modelo; asimismo, en el Anexo 7 se muestran los resultados del número de personas en FS, para cada escenario.

La gráfica de estos escenarios, incluyendo la gráfica del escenario inicial y el Escenario 10, es mostrada en el siguiente gráfico:

**Gráfico 45: Escenarios que aportan más a reducir el número de personas en FS**



Elaboración propia.

Nótese que ninguno de los escenarios propuestos reducen el número de personas en la FS, la situación es tal, que el número de personas en la franja de seguridad seguirá aumentando a pesar de que se tomen las medidas de mitigación.

## 6.6. Escenarios que aportan más a reducir la frecuencia

---

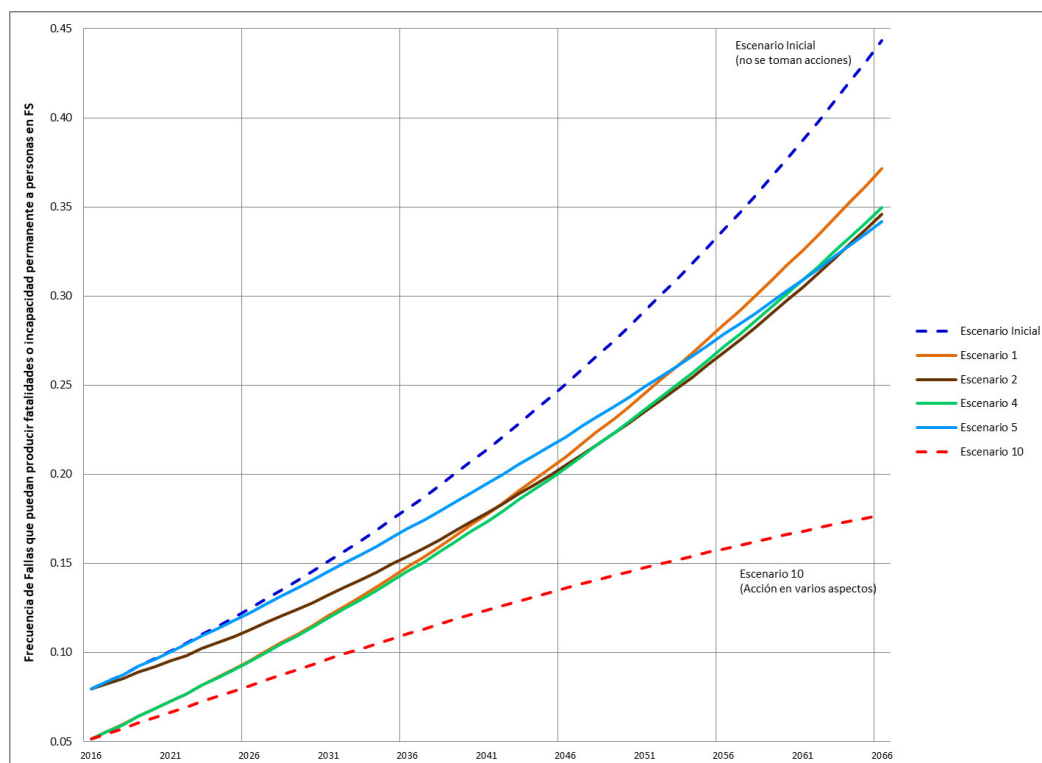
En el Gráfico 43 se comparan los resultados de los escenarios simulados, para la Frecuencia de Fallas, en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2056. En todos los escenarios planteados, la frecuencia de fallas en el ducto de GN que puedan producir fatalidades o incapacidad total permanente, aumenta.

En el gráfico se aprecia que los escenarios que más contribuyen a la reducción de la frecuencia de fallas que puedan producir fatalidades o incapacidad permanente en FS, sin considerar el Escenario 10 “Solución enfocada a tratar el problema de la investigación de manera intensiva, en varios aspectos”, son:

- 1°. **Escenario 4:** Solución enfocada a reducir el aumento del N° de personas a AV por “Migración”.
- 2°. **Escenario 2:** Solución enfocada a aumentar las obligaciones de la empresa.
- 3°. **Escenario 5:** Solución enfocada a aumentar el número de personas reubicadas de las AV.
- 4°. **Escenario 1:** Solución enfocada a reducir las fallas no derivadas de daño por 3ra parte

En el Anexo 5 se presentan las variables utilizadas para cada modelo; asimismo, en el Anexo 8 se muestran los resultados de la Frecuencia de Fallas, para cada escenario.

La gráfica de estos escenarios, incluyendo la gráfica del escenario inicial y el Escenario 10 es mostrada en el siguiente gráfico:

**Gráfico 46: Escenarios que aportan más a reducir la Frecuencia de Fallas**

Elaboración propia

Nótese que ninguno de los escenarios propuestos reducen la frecuencia de fallas en el tiempo.

## 6.7. Evolución del nivel de riesgos

La magnitud de las consecuencias está relacionada con el número de personas que sería afectada por la falla de un ducto de transporte de gas natural, vale decir que, a más personas haya en la Franja de Seguridad (FS), mayores serán las consecuencias.

De lo expuesto líneas atrás, para todos los casos evaluados, el número de personas en FS, aumenta en el tiempo, por lo cual, las consecuencias también aumentarían.



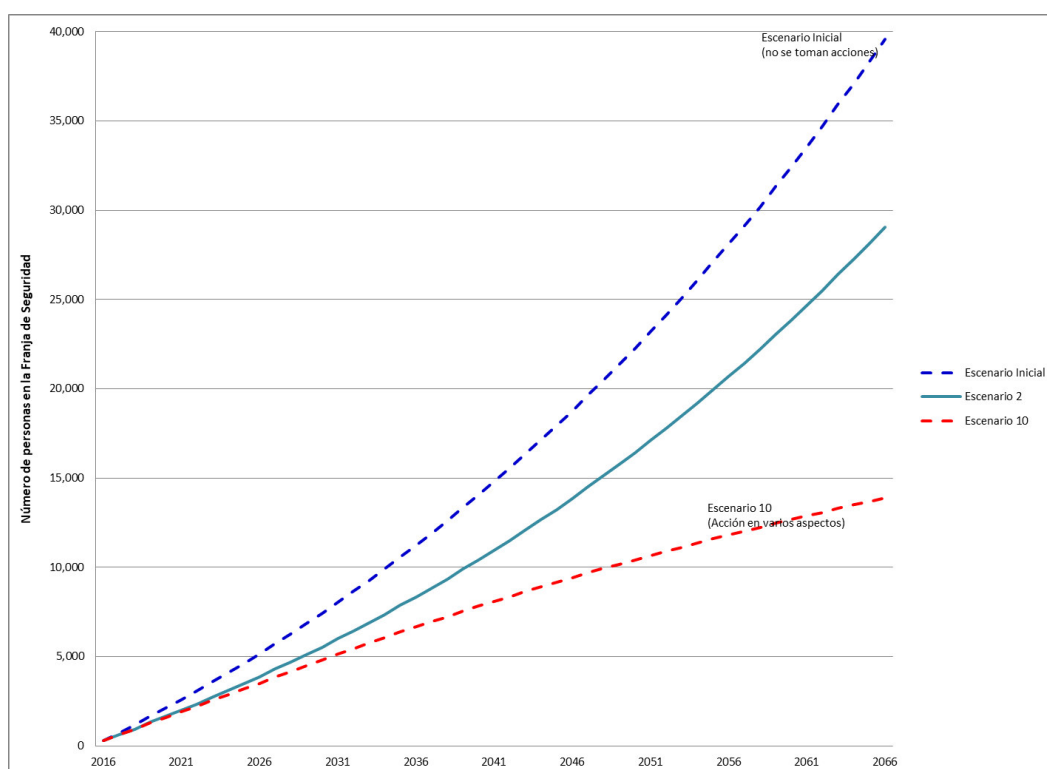
En ese sentido, si en el tiempo aumenta la frecuencia de fallas (lo cual ocurre en todos los escenarios), y en el tiempo también hay un aumento de la magnitud de las consecuencias; el nivel de riesgos, también aumentaría.

Es preciso mencionar, que el Estado no ha establecido un límite al aumento de dicho nivel de riesgo, en ese sentido, si éste no se visibiliza a tiempo, podría crecer indefinidamente, hasta tornarse inmanejable.

## 6.8. Perspectiva de la empresa

Cabe indicar que la frecuencia de fallas expuesta en este trabajo difiere de un análisis realizado por una empresa operadora de ductos de gas natural; debido a que, además de la perspectiva de la empresa, se considera las perspectivas de riesgo del Estado y la sociedad.

**Gráfico 47: Personas en FS si se aumentan las obligaciones de la empresa**



Elaboración propia.

El Gráfico 47, ilustra la tendencia de la aplicación del Escenario 2 “Solución enfocada a aumentar las obligaciones de la empresa”, la cual muestra que la empresa tiene la capacidad de reducir el número de personas en FS hasta cierto límite. Recordemos que la empresa ha considerado en su diseño que los ductos de transporte estén preparados para soportar ciertas condiciones, cuyos cambios en el tiempo no siempre son considerados en el diseño original.

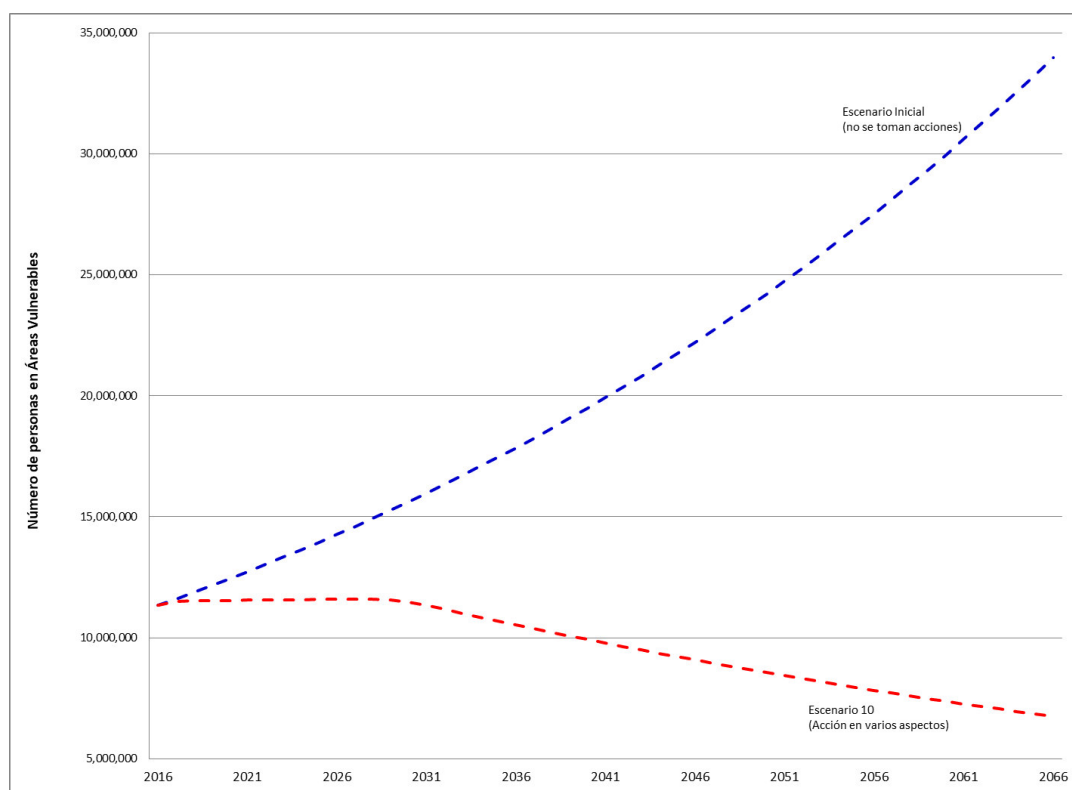
No se puede perder de vista que la empresa no dispone de todos los medios para mitigar todos los riesgos que puedan afectarla. Por ejemplo, mitigar el riesgo de sabotaje por un ataque terrorista no corresponde a la empresa; tampoco le corresponde desalojar a todos los invasores de la Franja de Seguridad, lo cual requiere de medidas de fuerza amparadas por el fuero legal. En ese sentido, si se pretende reducir aún más el número de personas en la Franja de Seguridad, el Estado también debe contribuir desarrollando diferentes políticas que reduzcan el número de personas en la Franja de Seguridad y en las Áreas Vulnerables.

## **6.9. Perspectiva del Estado**

---

Al considerar el problema planteado, el Estado debe contemplar los siguientes aspectos: La reducción del número de personas en áreas vulnerables, la reducción del número de personas en la franja de seguridad, la reducción de la amenaza de vandalismo y la reducción de impactos provenientes del cambio climático que puedan producir inundaciones.

Sobre la reducción de los aspectos mencionados, el que afectaría a más personas es la reducción del número de personas ubicadas en áreas vulnerables. De los diez escenarios planteados, sólo uno de ellos, reduce dicho número: el escenario en el cual se toman acciones en todas las dimensiones planteadas.

**Gráfico 48: Personas en AV si se toma acciones en todos los aspectos**

Elaboración propia.

Nótese, que incluso tomando acciones en varios aspectos, habría un aumento de las personas en áreas vulnerables hasta el año 2028 aproximadamente. Lo cual nos indica que se debe ser cauto al leer los resultados de una política pública, la cual puede demorar varios años (en este caso más de una década), antes de alcanzar resultados halagüeños.

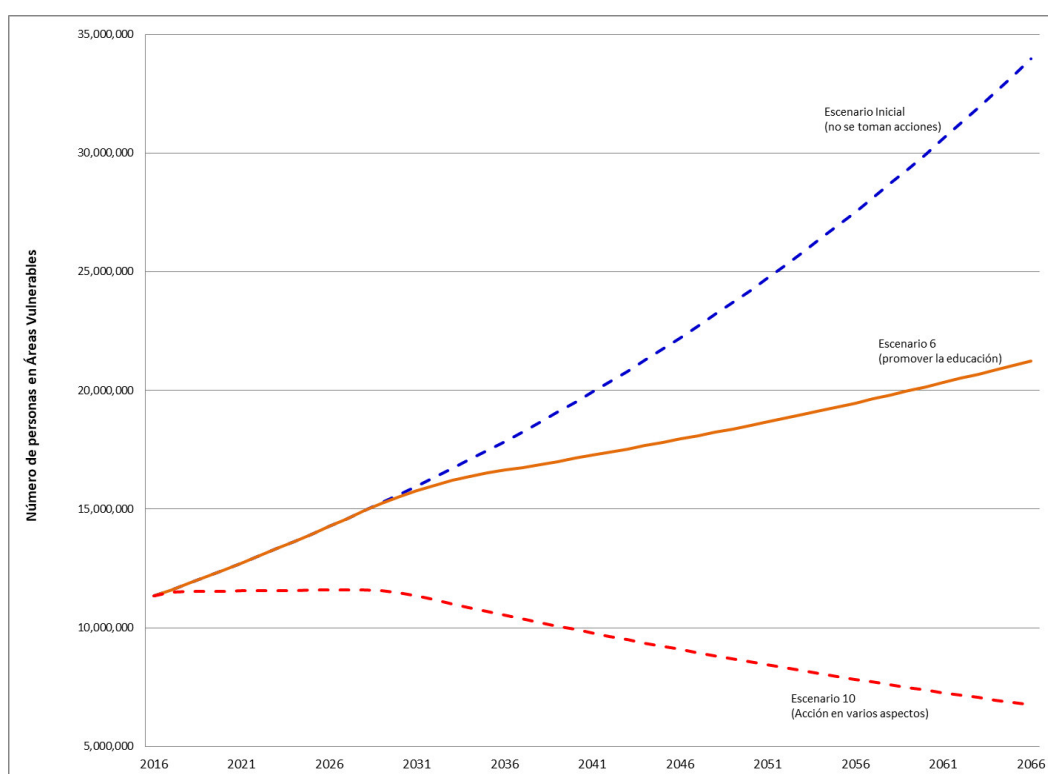
De otro lado, de lo indicado en el Gráfico 47, encontramos que las acciones en varios aspectos por parte del Estado puede reducir de manera sensible el número de personas en la Franja de Seguridad, lo cual significa que el Estado también debe asumir una responsabilidad en la reducción de riesgos en la operación de los ductos de GN.

## 6.10. Perspectiva de la población

Como vimos en la sección 4, en la consideración de las consecuencias de un incidente, se señaló que algunas de ellas pertenecen al ámbito de lo “no percibido”, y el instrumento para poder percibir dichas consecuencias corresponde a la educación.

Los resultados de la evolución del número de personas en las Áreas Vulnerables, considerando tomar acciones en las variables relacionadas con la educación, son mostrados en el siguiente gráfico:

**Gráfico 49: Personas en AV si se toma acciones en la educación**



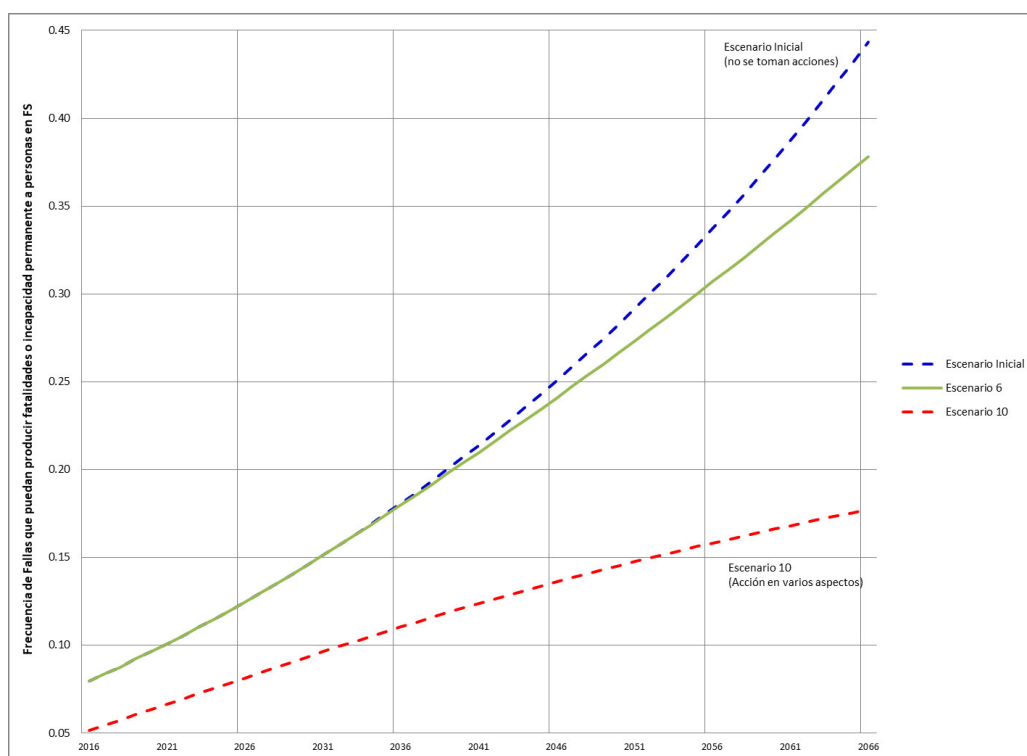
Elaboración propia.

De lo expuesto, el número de personas que se ubica en áreas vulnerables se reduce de manera notoria si nos enfocamos en el tema educativo, principalmente, en hacer patentes los riesgos que no son percibidos por las personas que se ubican en estas áreas. Cabe anotar además que, a pesar de la disminución en el número de personas

ubicadas en áreas vulnerables, dicho número sigue aumentando, por lo cual se debe tomar medidas adicionales si se quiere reducir el número de personas en estas áreas.

De otro lado, el resultado de la evolución del número de personas en la Franja de Seguridad, considerando tomar acciones en las variables relacionadas con la educación, es el siguiente:

**Gráfico 50: Personas en FS si se toma acciones en la educación**



Elaboración propia.

El gráfico nos indica que tomar acciones en la educación no es determinante para reducir el número de personas en la Franja de Seguridad, lo cual se debe, en parte, a la gran cantidad de personas ubicadas en áreas vulnerables. Una de las principales medidas para reducir este número, es la inclusión de programas de capacitación por parte de la empresa a las personas que se ubican en la Franja de Seguridad, lo cual reduciría la tendencia mostrada.

La reducción del número de personas en AV o en FS, requiere el desarrollo de aspectos relacionados a disminuir la “tolerancia” al riesgo, y que la “aceptación” de un riesgo en particular se base en una decisión adecuadamente informada.

#### **6.11. Políticas propuestas para reducir el nivel de riesgo en FS**

---

Los resultados indicados señalan que la mejor alternativa es mejorar todas las variables a la vez, lo cual, a pesar de ser la mejor solución, es poco probable que sea considerada por el Estado, al menos al corto plazo.

Sin embargo, de los resultados encontrados de las simulaciones realizadas, se encuentra que los escenarios que más contribuyen a reducir la frecuencia de fallas, así como la reducción del número de personas en la franja de seguridad y en las áreas vulnerables, son los siguientes:

- ✓ Escenario 5: Solución enfocada a aumentar el número de personas reubicadas de las AV.
- ✓ Escenario 4: Solución enfocada a reducir el aumento de personas a AV por “Migración”.
- ✓ Escenario 6: Solución enfocada a promover la educación.
- ✓ Escenario 8: Solución enfocada a mejorar la eficacia en el gasto.
- ✓ Escenario 2: Solución enfocada a aumentar las obligaciones de la empresa.
- ✓ Escenario 1: Solución enfocada a reducir las fallas no derivadas de daño por 3ra parte.

De lo expuesto, los proyectos de índole social, deben estar alineados a las siguientes políticas:

- **Políticas orientadas a aumentar el número de personas reubicadas de las Áreas Vulnerables:**

- ✓ Coordinar proyectos para fomentar que se construya en áreas no vulnerables.
- ✓ Coordinar proyectos para que construyan de manera segura. Sobre este punto, cabe indicar que si una vivienda toma las consideraciones de ingeniería necesarias, se podría construir en áreas vulnerables; no obstante, esta alternativa es más costosa, y correspondería realizar análisis costo-beneficio.
- ✓ Los créditos del gobierno dirigidos a la construcción o auto construcción, deben tener como requisito: que las viviendas sean construidas en áreas seguras, o a que se tomen las consideraciones de ingeniería que garanticen la seguridad.
- ✓ Incluir una perspectiva “abierta” de la vulnerabilidad al momento de identificar las áreas vulnerables.
- ✓ La Inversión Pública debe contemplar llegar a sectores marginales que no son visibilizados, ello contempla el sinceramiento de los planes catastrales o inventarios de infraestructura, así como la distribución territorial de escuelas y centros de salud.

- **Políticas orientadas a reducir el número de personas que se dirigen a áreas vulnerables debido a la “Migración”.**

- ✓ Realizar proyectos enfocados a la prevención de desastres, poniendo énfasis en la etapa de diseño, y evaluación de resultados.
- ✓ Realizar proyectos enfocados a la prevención de los efectos del cambio climático, poniendo énfasis en la etapa de diseño, y evaluación de resultados.

- ✓ Realizar proyectos enfocados a la prevención del narcoterrorismo, poniendo énfasis en la etapa de diseño, y evaluación de resultados.

- **Políticas orientadas a promover la educación:**

- ✓ Aumentar el presupuesto destinado a la educación. Para efectos de este trabajo se propone un aumento de hasta el 7% del PBI. Cabe indicar que los resultados de cualquier medida en este sentido, sólo se verán después de un periodo de tiempo (considérese que el proceso educativo, a niveles de primaria y secundaria, demora once años).
- ✓ Aumentar el presupuesto del MINEDU destinado a reducir brechas a un 5%, cabe anotar que actualmente dicho porcentaje es del 0.2%.
- ✓ Promover en la oferta educativa, la perspectiva abierta de la vulnerabilidad, promoviendo la revalorización de las áreas geográficas, así como la recuperación de recursos comunes y del sentido de lugar e identidad.

- **Políticas orientadas a mejorar la eficacia en el gasto:**

- ✓ Aumentar el rigor de la revisión de la etapa de diseño de los proyectos de inversión pública.
- ✓ Actualizar, promover y comunicar los proyectos públicos y privados en ejecución, con la finalidad de crear sinergia entre los proyectos realizados tanto por la entidad privada como pública.
- ✓ Fiscalizar los resultados de los proyectos, así como su relación con la atención al problema que el proyecto quiere atender.
- ✓ Ejecutar proyectos de capacitación a las personas con nivel de decisión en herramientas de diseño, monitoreo y ejecución de proyectos.



- **Políticas orientadas a aumentar las obligaciones de la empresa:**

- ✓ Fortalecer la supervisión y fiscalización de las empresas operadoras de ductos de GN.
- ✓ Hacer más exigente la normativa aplicable a los operadores de ductos de GN.

- **Políticas orientadas a reducir las fallas no derivadas de daño por 3ra parte**

Estas políticas están comprendidas entre las políticas orientadas a reducir el número de personas que se dirigen a áreas vulnerables debido a la “Migración”.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

*“...No podía entregar responsabilidad a los cónsules con la conciencia tranquila. Éstos, incluso los mejores, son incapaces de planificar un programa de reconstrucción gradual, para ser realizado en cinco o diez años. No pueden pensar más allá de sus doce meses de funciones. O bien tratan de conseguir resultados espléndidos e inmediatos, imponiendo las cosas con demasiada rapidez, o bien no hacen absolutamente nada...”*

*Robert Graves "Claudio el Dios y su esposa Mesalina"*

### 7.1. Conclusiones

---

- a) La proyección de la tendencia actual indica que el número de personas en áreas vulnerables podría pasar del 36% al 41% de la población en 20 años, y que, en 50 años, más de la mitad de la población (51%) estaría ubicada en áreas vulnerables.
- b) Según los resultados de esta investigación, las políticas que más aportarían a solucionar el problema del número de las personas ubicadas en Áreas Vulnerables (AV), son las siguientes:
  - Políticas orientadas a aumentar el número de personas reubicadas de las AV.
  - Políticas orientadas a reducir el aumento de personas a AV por “Migración”.
  - Políticas orientadas a promover la educación.
  - Políticas orientadas a mejorar la eficacia en el gasto.
- c) El nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad de un gasoducto aumenta en el tiempo.
- d) La frecuencia de fallas que puedan producir fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad, aumentaría en el tiempo.
- e) El número de personas en la Franja de Seguridad aumentaría en el tiempo.

- f) A la fecha, el Estado no ha definido un nivel de riesgo “aceptable”, para la ejecución de un proyecto de inversión.
- g) Asimismo, no se ha definido un nivel de riesgo “aceptable” respecto a los riesgos que puedan afectar a la población ubicada en áreas vulnerables.
- h) Cabe señalar que las soluciones al problema planteado no son inmediatas, las simulaciones indican que, en el mejor de los casos, los resultados empezarían a verse luego de una década.

## 7.2. Recomendaciones

---

- a) En consideración a la alta proporción de la población ubicada en AV, el Estado debe priorizar la atención de este problema, lo cual debe involucrar a los niveles más altos de decisión. En ese sentido, la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) en coordinación con el Ministerio del Ambiente (MINAM), el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS) y los Gobiernos Regionales y Locales, deben establecer e implementar un programa de mitigación de riesgos..

En consideración a la magnitud del problema, se debería aplicar varias políticas a la vez, de manera intensiva. Debe tenerse presente que *“las reformas puntuales son difíciles de realizar: los lobbies afectados por ellas se ponen en acción sin tregua, mientras que los beneficiarios o no están enterados de los beneficios o permanecen apáticos...”* (Tirole, 2017, p. 188).

- b) Respecto al problema citado en el párrafo anterior, se debe implementar, en primer término, las políticas que más aportarían a solucionar este problema, las cuales se encontrarían orientadas a: la reubicación de personas en AV, la reducción del número de personas en AV debido a la migración, promover un enfoque de riesgos en la educación y mejorar la eficacia en el uso de los recursos.

Las políticas mencionadas deberían considerar, entre otros, los lineamientos indicados en el capítulo 6 de este documento.

- c) En consideración a que el nivel de riesgo para las personas ubicadas en la Franja de Seguridad se incrementa en el tiempo, es pertinente considerar dicho incremento al evaluar los costos de un proyecto. Por lo cual, al proponer un proyecto de inversión de gasoductos (o cualquier proyecto en general), el Estado debe asegurar que se presupueste los costos de mitigar los riesgos a las personas ubicadas en las áreas de influencia de dicho proyecto, durante toda su operación.

Asimismo, se debe regular las obligaciones que aseguren la reducción y/o mantención (en el peor de los casos) del Nivel de Riesgo para las poblaciones aledañas a las instalaciones de las empresas que manipulen productos peligrosos.

Adicionalmente, se debe implementar el monitoreo del nivel de riesgo al cual están expuestas las personas (y sus bienes) en las áreas aledañas a las instalaciones de las empresas.

- d) En consideración a que, para todos los casos evaluados, la Frecuencia de Fallas que puedan producir fatalidades o incapacidad permanente a las personas ubicadas en la Franja de Seguridad aumentaría en el tiempo, corresponde mitigar las consecuencias de estas fallas, lo cual se podría realizar a través de:

- ✓ La reducción del número de personas que serían afectadas (a través de políticas sociales o asumiendo los costos de retirar a las personas instaladas en la franja de seguridad),
- ✓ El aumento de las exigencias normativas a las empresas operadoras, así como de la supervisión de las normas técnicas y de seguridad,
- ✓ La implementación de medidas que afecten la operación del ducto (Ej.: cambio de traza, aumento del espesor del ducto, reducción de la presión de operación, etc.), cabe indicar que la aplicación de estas medidas deben ser negociadas con la empresa operadora.

- e) En consideración a que, para todos los casos evaluados, el número de personas en la Franja de Seguridad aumentaría en el tiempo, se debe tomar las medidas pertinentes para evitar el ingreso de más personas a dicha franja, lo cual es de competencia de

varias instituciones del Estado: Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales, COFOPRI, Policía Nacional del Perú, Empresa Operadora, etc.

- f) En consideración a que el Estado no ha definido un nivel de riesgo “aceptable”, para la ejecución de un proyecto de inversión, se debe establecer un “límite” de riesgo que sea aplicable a todas las industrias, considerando las características de cada sector, a fin de evitar que las actividades con niveles de riesgos similares sean tratadas de manera muy exigente en algunos casos, y muy laxo en otros.

Es tarea de las instituciones del Estado, la Sociedad Civil (Colegios Profesionales, Universidades, autoridades), y las propias empresas inversoras, vigilar que los riesgos de una industria particular se mantenga siempre en niveles aceptables.

- g) El Estado, a través del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en coordinación con el MIDIS, debe definir hasta dónde aceptar que un sector de la población se encuentre expuesto en áreas vulnerables, es decir, debe establecer el límite a partir del cual tomará acción frente a este problema.

Se debe asegurar que la “aceptación” del riesgo de morar en un área vulnerable se base en decisiones adecuadamente informadas, lo cual conlleva, a que el INEI y los organismos competentes elaboren y mantengan información estadística actualizada respecto a la frecuencia de incidentes, así como a la realización de campañas de información sobre las consecuencias “no percibidas” de un evento.

No se puede perder de vista que a mayores sean los objetivos de un *stakeholder* menor será su tolerancia al riesgo; en ese sentido, los proyectos educativos que se emprendan deben apuntar a hacer más retadores los objetivos de diversos sectores de la población.

- h) En consideración a que los resultados de las políticas planteadas pueden tardarse más de una década en mostrar resultados favorables, es conveniente conservar una lógica de mediano y largo plazo que monitoree el avance de los resultados sin exigir soluciones “populistas”, inmediatas o cortoplacistas.

## Bibliografía

- Adger, W., Pulhin, J., Barnett, J., Dabelko, G., Hovelsrud, G., Levy, M., Oswald Spring, Ú., and Vogel, C. (2014). Human security. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 755-791) [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Alegre, M., y Bielich, C. (2015). *Vulnerabilidad Urbana: Evaluando los Nuevos Factores de Riesgo en Lima Metropolitana*; Lima, Perú: OXFAM.
- AICHE (2000). *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. New York – USA: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.
- API (2013). *Standard API RP 1160 “Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines”*. Washington DC, USA: American Petroleum Institute.
- API (2015). *Standard API RP 1162 “Public Awareness Programas for Pipeline Operators”*. Washington DC, USA: American Petroleum Institute.
- API (2016). *Standard API RP 580 “Risk-based Inspection”*. Washington DC, USA: American Petroleum Institute.
- Aracil, J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Madrid, España: Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España (Isdefe).
- Arent D., Tol, R., Faust E., Hella J., Kumar S., Strzepek K., Tóth F., and Yan D. (2014). Key economic sectors and services. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 659-708) [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.

- ASME (2016a). *Standard ASME B31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems"*. New York NY, USA: American Society of Mechanical Engineers.
- ASME (2016b). *Standard ASME B31.8S "Managing System Integrity of Gas Pipelines"*. New York NY, USA: American Society of Mechanical Engineers.
- Ballón, E. (2010). *Modelo Dinámico del Sector Económico Informal – Aplicación de la metodología de los sistemas suaves dinámicos* (tesis de maestría). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Botta, N. (2010). *Los accidentes de trabajo*. Rosario, Argentina: Proteger.
- Bastiat, F. (2004). Lo que se ve y lo que no se ve. En: *Frédéric Bastiat, Obras escogidas* (pp. 47-106). Madrid, España: Unión Editorial.
- BCRP (2018). *Memoria 2017*. Lima, Perú: Banco Central de Reserva del Perú.
- BID, MINAM y UN. (2014). *La economía del cambio climático en el Perú*. Lima, Perú: Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio del Ambiente de Perú y Naciones Unidas.
- Bird, F., Germain, G. (1990). *Liderazgo práctico en el control de pérdidas* (Traducción en español por Adriana Silva y Raúl Alvarez para el Instituto de Seguridad de Trabajo). Georgia, USA: Det Norske Veritas Inc.
- Botta, N. (2010). *Los accidentes de trabajo*; Rosario, Argentina: Proteger.
- Campos, M., Campos, J., Toscana, A. (2015). Riesgos socionaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*. 24(2), pp. 53-69. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- CENEPRED (2016). *Guía para elaborar el Informe Preliminar de Riesgos, aprobada por Resolución Jefatural N° 087-2016-CENEPRED/J*. Lima, Perú: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Chambwera, M., Heal, G., Dubeux, C., Hallegatte, S., Leclerc, L., Markandya, A., McCarl, B., Mechler, R. and Neumann, J. (2014). Economics of adaptation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 945-977) [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Consortio Palomares & M.P.B. (2009). *Mapeo de Beneficios Sacrtificados* (Servicio realizado por el Consorcio Palomares & M.P.B. para Osinergmin). Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.

- Cordero, J., Ñopo, H. (2018). *La fórmula del Gol. Secretos numéricos del deporte rey*. Lima, Perú: Aguilar.
- Dammert, A., García, R., Vásquez, A. (2006). Los efectos económicos del Proyecto Camisea en el Perú, 2005-2014. *Documento de Trabajo N° 14*. Lima, Perú: Oficina de Estudios Económicos de Osinergmin.
- Defensoría del Pueblo (2019). *Reporte Mensual de Conflictos Sociales N.º 183 – Mayo 2019*. Lima, Perú: Adjuntía para la Prevención de Conflictos Sociales y la Gobernabilidad de la Defensoría del Pueblo.
- Espinoza, A. y Fort R. (2017). *Inversión sin planificación: la calidad de la inversión pública en los barrios vulnerables de Lima*. Lima, Perú: Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE).
- Fontaine G. (2010). *Petropolítica: Una teoría de la Gobernanza Energética*; Quito, Ecuador: FLACSO, Abya Yala e Instituto de Estudios Peruanos.
- Henoch, P. (2010). Vulnerabilidad Social. Más allá de la Pobreza. *Serie Informe Social – N° 128*. Chile: Universidad de Chile.
- Herrera, J., Cozzubo, A. (2016). La vulnerabilidad de los hogares a la pobreza en el Perú, 2004-2014. *Documento de Trabajo 429*. Lima, Perú: Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- IAS (2016); *Modelo Energético Dinámico para Lineamientos de Acción en Actividades de Gas Natural al 2040*. (Servicio realizado por el Instituto Andino de Sistemas para Osinergmin). Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- ICONTEC (2009). *Norma Técnica Colombiana NTC 5747 “Gestión de Integridad de Gasoductos”*. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- INEI (2009); *Perú: Migraciones Internas 1993-2007*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2011). *Perú: Migración Interna y el Sistema de Ciudades, 2002-2007*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2014). *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2013*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2015). *Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar- ENDES, 2014*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2016). *Perú: Síntesis Estadística 2016*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.



- INEI (2017a). *Evolución de la Pobreza Monetaria, 2007-2016. Informe Técnico*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2017b). *Perú: Compendio Estadístico 2017*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- ISO (2009). *ISO Guide 73:2009 (E/F): Risk management – Vocabulary*. Geneva – Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (2009). *Standard ISO 31000 “Risk management – Principles and guidelines”*. Joint Australian / New Zealand: International Organization for Standardization, Joint Technical Committee OB-007, Risk Management.
- Lloyd, T., Wilkman, A. (1984). *Natural Disasters: Acts of God or Acts of man?*. Philadelphia, USA: Earthscan Book.
- Magrin, G., Marengo, J., Boulanger, J., Buckeridge, M., Castellanos, E., Poveda, G., Scarano, F., and Vicuña S. (2014). Central and South America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1499-1566) [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L., Randers, J., and Behrens, W. (1972). *The limits to growth. A report for the Club of Rome’s project on the predicament of mankind*. New York, USA: Potomac Associates - Universe Books.
- MEF (2013). *Conceptos asociados a la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático: aportes en apoyo de la inversión pública para el desarrollo sostenible*. Lima, Perú: Ministerio de Economía y Finanzas.
- MEF (2017). *Directiva para la Formulación y Evaluación en el Marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones., aprobada por Resolución Directoral N° 002-2017-EF/63.01 (Directiva 2)*. Lima, Perú: Ministerio de Economía y Finanzas.
- MINAM (2014). *Mapa de susceptibilidad física de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos externos*. Recuperado el 15 de octubre de 2018, de <http://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-susceptibilidad-fisica-zonas-propensas-inundaciones-deslizamientos>.
- MINAM (2015). *Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados*. Lima, Perú: Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente.

- MINAM (2016). *El Perú y el cambio climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- MINEDU (2017). *Plan Operativo Institucional 2018 del Ministerio de Educación, aprobado por Resolución Ministerial N° 437-2017-MINEDU*. Lima, Perú: Ministerio de Educación.
- MINEM (2000). *Contrato BOOT de “Concesión de Transporte de Gas Natural por ductos de Camisea al City Gate”, aprobado por Resolución Suprema N° 101-2000-EM*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- MINEM (2007a). *Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- MINEM (2007b). *Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, aprobado por Decreto Supremo N° 081-2007-EM*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- MINEM (2014). *Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 039-2014-EM*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- MINEM. *Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental; Lima-Perú*. Recuperado el 27 de octubre de 2018, de <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaee/legislacion/guias/guiahidro-xviii.pdf>.
- MINSa (2011). *Protocolos de Exámenes Médico Ocupacionales y Guías de Diagnóstico de los Exámenes Médicos obligatorios por Actividad, aprobado por Resolución Ministerial N° 312-2011/MINSA*. Lima, Perú: Ministerio de Salud.
- MIT (1995). *Graphical Integration Exercises. Part One: Exogenous Rates* (Prepared for the MIT System Dynamics in Education Project Under the Supervision of Dr. Jay W. Forrester). Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technology.
- MIT (1995). *Graphical Integration Exercises. Part Two: Ramp Functions* (Prepared for the MIT System Dynamics in Education Project Under the Supervision of Dr. Jay W. Forrester). Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technology.
- MIMP (2012). *Población Desplazada en Cifras Estadísticas*; Lima-Perú: Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables.
- MTPE (2017). *Manual de Gestión de Riesgos del Programa “Trabaja Perú”, aprobado por Resolución Directoral N.º 236-2017-TP/DE*. Lima, Perú: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.
- MVCS (2016). *Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible, aprobado por Decreto Supremo N° 022-2016-VIVIENDA*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- Muhlbauer, K. (2004). *Pipeline Risk Management Manual. Ideas, Techniques and Resources*. USA: Elsevier Inc.
- Muhlbauer, K. (2014). *Pipeline Risk Assessment: The Definitive Approach and Its Role in Risk Management*. Pre-release version.
- Naciones Unidas (2017). *Informe del Grupo de Expertos sobre Estadísticas de los Refugiados y los Desplazados Internos*. Editado por el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas.
- NRC (2018). *Global report on internal displacement 2018*; Geneva, Switzerland: The Internal Displacement Monitoring Centre of the Norwegian Refugee Council.
- OEFA (2017). *Directiva para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*, aprobada por Resolución de Consejo Directivo N.º 028-2017-OEFA/CD. Lima, Perú: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Oil & Gas UK (2012). *Guidance on the Conduct and Management of Operational Risk Assessment for UKCS Offshore Oil and Gas Operations*. Oil & Gas UK; Issue 1-January 2012. London, United Kingdom.
- Oppenheimer, M., Campos, M., Warren, R., Birkmann, J., Luber, G., O'Neill, B., and Takahashi, K. (2014). Emergent risks and key vulnerabilities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1039-1099) [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Osinermin (2010). *Procedimiento para la Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad*, aprobado por Resolución de Consejo Directivo de Osinermin N° 240-2010-OS-CD. Lima – Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Osinermin (2014a). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Lima – Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Osinermin (2014b). *El proyecto Camisea y la mitigación del Cambio Climático en el Perú*. Reporte de Análisis Económico Sectorial; Año 3 – N° 4. Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.

- Osinerghmin (2014c). *Supervisión y fiscalización de las actividades de electricidad e hidrocarburos*. Recuperado el 06 de octubre de 2018, de [http://www.osinerghmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoApuimac/2/Supervision\\_y\\_fiscalizacion\\_de\\_las\\_actividades\\_de\\_electricidad\\_e\\_hidrocarburos.pdf](http://www.osinerghmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoApuimac/2/Supervision_y_fiscalizacion_de_las_actividades_de_electricidad_e_hidrocarburos.pdf)
- PCM (2014). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2014-PCM*. Lima, Perú: Presidencia del Consejo de Ministros.
- PCM (2018). *Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2018-PCM*. Lima, Perú: Presidencia del Consejo de Ministros.
- PMI (2009). *Practice Standard for Project Risk Management*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute Inc.
- PMI (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute Inc.
- Robles, J. (2010). *Impacto de los pesos porcentuales de cada incumplimiento normativo en la determinación de las multas* (tesis de grado). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Robles J. (2019). Políticas para reducir el problema (no percibido) de las personas ubicadas en Áreas Vulnerables. *Revista Peruana de Computación y Sistemas* (en prensa). Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Robles J., Pacheco L. (2018). Política de Gestión de Riesgos: el caso del transporte de gas natural por ductos. *Revista Ciencia y Tecnología*. Lima-Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Rodríguez, R., (1992). *La Sistémica, los Sistemas Blandos y los Sistemas de Información*; Instituto Andino de Sistemas. Lima, Perú: Universidad del Pacífico.
- Rodriguez, R. (abril de 2016a). Modelos mentales y micromundos: su representación y análisis mediante la DS. En R. Rodríguez (Conductor). *Dirección Estratégico Empresarial mediante la Dinámica de Sistemas*. Seminario virtual realizado por el Instituto Andino e Sistemas. Instituto Andino de Sistemas, Lima, Perú.
- Rodriguez, R. (abril de 2016b). DS: Fundamentos y elaboración de modelos. En R. Rodríguez (Conductor). *Dirección Estratégico Empresarial mediante la Dinámica de Sistemas*. Seminario virtual realizado por el Instituto Andino e Sistemas. Instituto Andino de Sistemas, Lima, Perú.
- Rodriguez, R. (mayo de 2016). Metodología de Dinámica de Sistemas. En R. Rodríguez (Conductor). *Dirección Estratégico Empresarial mediante la Dinámica de Sistemas*. Seminario virtual realizado por el Instituto Andino e Sistemas. Instituto Andino de Sistemas, Lima, Perú.

- Rodríguez, R., Martínez V, S., Montbrun, A. (2011). Soft System Dynamics Methodology in Action: A study of the problem of Citizen Insecurity in an Argentinean Province. In: *Systemic Practice and Action Research* (pp. 275-323). Springer Science Business Media, Published on line.
- Sen, A. (2009). *The idea of justice*. London, Great Britain: Penguin Group.
- Senge, P. (2010). *The necessary Revolution. How Individuals and Organizations Are Working Together to Create a Sustainable World*. Great Britain: Nicholas Brealey Publishing.
- SENAMHI (2014). *El Fenómeno del Niño en el Perú*; Lima-Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- SINAGERD (2011). *Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Ley N° 29664*. Lima, Perú: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- SWA (2012). *Guide for Major Hazard Facilities – Safety Assessment*. Australia: Safe Work Australia.
- SWA (2012). *Guide for Major Hazard Facilities – Preparation of a Safety Case*. Australia: Safe Work Australia.
- SWA (2012). *Guide for Major Hazard Facilities – Safety Case: Demonstrating the adequacy of safety management and control measures*. Australia: Safe Work Australia.
- SWA (2013). *Issues in the measurement and reporting of work health and safety performance: a review*. Australia: Safe Work Australia.
- Taleb, N. (2011). *El cisne negro*. Barcelona, España: Espasa Libros, S.L.U.
- TEMA (2015). *Base metodológica para la elaboración de Estudios de Riesgos* (Servicio realizado por el consorcio conformado por las empresas Territorio y Medio Ambiente S.A.C. y Territorio y Medio Ambiente S.A. para Osinergmin). Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- TEMA (2015). *Base metodológica para la elaboración de Planes de Contingencia* (Servicio realizado por el consorcio conformado por las empresas Territorio y Medio Ambiente S.A.C. y Territorio y Medio Ambiente S.A. para Osinergmin). Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Teves, N., Laos, G., Roman, C., Carrasco, S., Clemente, L. (1996). Vulnerability and Adaptation Assessments for Peru. In: *Vulnerability and Adaptation to Climate Change* (pp. 335-346) [Smith J.B., Huq S., Lenhart S., Mata L.J., Nemešová I., Toure S. (eds)]; Environmental Science and Technology Library; Springer-Dordrecht.

- TGP (2002). *Estudio de Impacto Ambiental y Social de los Sistemas de Transporte de Gas Natural y Transporte de los Líquidos de Gas, Camisea – Lima. Variantes Pacobamba y Chincha*. Lima-Perú: Transportadora de Gas del Perú S.A. – Ministerio de Energía y Minas.
- TGP (2012). *Estudio de Riesgos de los Ductos de Transporte de GN y GNL*. Lima-Perú: Transportadora de Gas del Perú S.A.
- TGP (2019). *Memoria Anual 2018*. Lima-Perú: Transportadora de Gas del Perú S.A.
- Tirole, J. (2017). *La economía del bien común*. España: Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U.
- Turner, J. (1976) *Housing by People. Towards autonomy in building environments*. New York – USA: Pantheon Books.
- U.S. Government Publishing Office (2016). *Code of Federal Regulations; Title 49 Transportation. Parts 178 to 199*. Washington DC – USA: Office of the Federal Register National Archives and Records Administration as a Special Edition of the Federal Register.
- Vásquez, A., Salvador, J., García, R., Fernández, V. (2013). Assessing risks and regulating safety standards in the oil and gas industry: the Peruvian experience. *Cuaderno de Trabajo N° 30*. Lima, Perú: Oficina de Estudios Económicos de Osinergmin.
- WEF (2017); *The Global Competitiveness Report 2017–2018*; Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

## **Anexos**

**Anexo 1: Cartas de TGP referidas a afectaciones al DDV o FS, sector costa**

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
1.	09/06/2010	TGP/GELE/INT-03775-2009	Edificación de vivienda sobre el DDV.	679+200	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
2.	09/06/2010	TGP/GELE/INT-03780-2009	Excavaciones en un área adyacente al DDV.	654+000	10.8	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 3 viviendas.
3.	09/06/2010	TGP/GELE/INT-03781-2009	Instalación de tuberías de agua y cerco sobre el DDV.	660+000	10.8	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 3 viviendas.
4.	13/07/2010	TGP/GELE/INT-03951-2010	Construcción de viviendas cerca del DDV.	683+000 - 684+000	7.2	Se estima que están involucradas, al menos, 3 viviendas.
5.	18/08/2010	TGP/GELE/INT-04120-2010	Excavaciones en un área adyacente al DDV por la construcción de la autopista Panamericana Sur.	612+000	---	---
6.	21/10/2010	TGP/GELE/INT-04366-2010	Edificación de una vivienda de sobre el DDV.	676+200	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
7.	21/10/2010	TGP/GELE/INT-04314-2010	Edificación de vivienda sobre el DDV.	674+580	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
8.	21/10/2010	TGP/GELE/INT-04311-2010	Incremento de viviendas en la "Asociación de Vivienda Los Ángeles de San Antonio" cercanas al DDV.	683+000	36	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 10 viviendas.
9.	25/10/2010	TGP/GELE/INT-04373-2010	Realización de actividades con maquinaria pesada en el cruce de la carretera Quilmaná – Puerto Fiel y el DDV.	---	---	---
10.	26/10/2010	TGP/GELE/INT-04376-2010	Construcción de un acceso que cruzaría los ductos de transporte de GN.	699+388	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
11.	26/10/2010	TGP/GELE/INT-04377-2010	Actividades de construcción de un acceso que cruzaría los ductos de GN.	634+286	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
12.	26/10/2010	TGP/GELE/INT-04378-2010	Planificación del "Proyecto de Ampliación de Electrificación" para el Asentamiento Humano Satélite Primavera debido a su crecimiento urbano.		---	---
13.	26/10/2010	TGP/GELE/INT-04380-2010	Obras de excavación en el lecho del Río Mala, que se realizan sobre el DDV y en FS.	677+625	---	---
14.	09/11/2010	TGP/GELE/INT-04442-2010	Disminución del nivel de tapada del DDV debido a la habilitación de un acceso que cruzaría los ductos de transporte de GN.	550+691	18	Se estima que corresponde al menos, 5 viviendas
15.	12/11/2010	TGP/GELE/INT-04444-2010	Construcción de granjas sobre el DDV (Asociación Agropecuaria Sumac Pacha).	727+287 - 729+204 729+455	21.6	Se estima que habría, al menos, 2 edificaciones en cada uno de los 3 puntos indicados.
16.	16/11/2010	TGP/GELE/INT-04461-2010	Obras de excavación realizadas por SEDAPAL, adyacentes al DDV.	727+282	---	---
17.	29/11/2010	TGP/GELE/INT-04495-2010	Edificación de cercos y sembrado de árboles sobre el DDV.	673+090 - 673+250	---	---
18.	02/12/2010	TGP/GELE/INT-04529-2010	Nivelación del acceso a la empresa FUNSUR S.A., que cruza el ducto de LGN.	---	---	---
19.	27/12/2010	TGP/GELE/INT-04610-2010	Instalación de nuevas viviendas adyacentes al DDV, pertenecientes al Asentamiento Humano "9 de Octubre".	668+250	36	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 10 viviendas.
	<b>N° de Cartas 2010</b>	<b>19</b>		<b>Total 2010</b>	<b>205.2</b>	
20.	18/01/2011	TGP/GELE/INT-04665-2011	Lotizaciones pertenecientes a la Asociación de Vivienda "Nuevo San Antonio" en zonas cercanas al DDV.	681+000	72	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 20 viviendas.
21.	18/01/2011	TGP/GELE/INT-04664-2011	Instalación de viviendas rústicas pertenecientes a la Asociación de Pequeños Agricultores "San Juan de Herbay Alto" en zonas cercanas al DDV.	608+000	36	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 10 viviendas.
22.	26/01/2011	GP/GELE/INT-04709-2011	Actividades de nivelación de terreno sobre el DDV.	659+376	---	---
23.	26/01/2011	GP/GELE/INT-04703-2011	Excavaciones cercanas al DDV.	640+440	10.8	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 3 viviendas.
24.	26/01/2011	TGP/GELE/INT-04704-2011	Movimiento de tierra con maquinaria pesada sobre el DDV.	678+682	---	---



N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
25.	26/01/2011	TGP/GELE/INT-04705-2011	Construcción de accesos que cruzan los ductos de transporte de gas natural del STD en los terrenos pertenecientes a la Asociación Brisas del Pacífico.	599+528 600+870 603+226	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
26.	26/01/2011	TGP/GELE/INT-04706-2011	Proyecto de construcción de viviendas pertenecientes a la Asociación "Ejército de Salvación".	567+502 - 567+866	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
27.	26/01/2011	TGP/GELE/INT-04707-2011	Excavaciones en la quebrada Topará, que se realizan sobre el DDV.	583+602	10.8	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 3 viviendas.
28.	04/02/2011	TGP/GELE/INT-04749-2011	Instalación de tubería de PVC que cruza el ducto de GN y la construcción de un pozo de captación de agua sobre el DDV.	513-040	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
29.	09/02/2011	TGP/GELE/INT-04708-2011	Movimiento de tierra con maquinaria pesada en las proximidades del DDV.	540+878	---	---
30.	10/02/2011	TGP/GELE/INT-04760-2011	Realización parcial del Protocolo de Voladura que realiza el Consorcio Vial Ayacucho en las proximidades del DDV.	---	---	Incidente.
31.	25/02/2011	TGP/GELE/INT-04835-2011	Trabajos sobre el DDV como parte del proyecto denominado "Mejoramiento de la Carretera Quilmaná – Puerto Fiel".	640+146	---	---
32.	25/02/2011	TGP/GELE/INT-04863-2011	Solicitud de Autorización por la instalación del sistema de alcantarillado, para el C.P. Santa Rosa Alta y Baja, sobre el DDV.	616+326	36	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 10 viviendas.
33.	01/03/2011	TGP/GELE/INT-04753-2011	Construcciones cercanas al DDV por parte de la empresa Tecno Fast Atco S.A.C.	730+268 - 730+582	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
34.	01/03/2011	TGP/GELE/INT-04867-2011	Ampliación del cerco perimétrico existente sobre el DDV.	618+650 - 618-669	---	---
35.	02/03/2011	TGP/GELE/INT-04879-2011	Actividades cercanas al DDV.	660+565 - 660+683	---	---
36.	04/03/2011	TGP/GELE/INT-04886 -2011	Incremento de construcciones de viviendas en la "Asociación de Vivienda Los Ángeles de San Antonio".	683+000	36	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 10 viviendas.
37.	21/03/2011	TGP/GELE/INT-04953-2011	Instalación de tubería de PVC sobre el DDV como parte del proyecto de plantación de un "cerco vivo".	551+140 - 551+879	---	---
38.	23/03/2011	TGP/GELE/INT-04966-2011	Movimiento de tierra con maquinaria pesada sobre el DDV.	685+336 - 685+430	---	---
39.	28/03/2011	TGP/GELE/INT-04982 -2011	Actividades de lotización e instalación de viviendas pre-fabricadas cerca del DDV.	665+521 - 665+640	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
40.	04/04/2011	TGP/GELE/INT-05027-2011	Instalación de tubería de PVC sobre el DDV.	685+227 - 685+336	---	---
41.	07/04/2011	TGP/GELE/INT-05032-2011	Proyecto de instalación de tubería de PVC que cruzaría el ducto de GN.	725+040	10.8	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 3 viviendas.
42.	18/04/2011	TGP/GELE/INT-04551-2010	Cruces sobre el DDV y realización de excavaciones para instalar tuberías.	685+637 - 685+907	10.8	Se estima que las excavaciones fueron por, al menos, 3 viviendas.
43.	19/05/2011	TGP/GELE/INT-05222-2011	Depósitos de desmonte y residuos sólidos sobre el DDV.	569+420 - 570+188	---	---
44.	23/05/2011	TGP/GELE/INT-05232-2011	Cambio de traza de línea de media tensión instalado por la empresa Ferrosalt S.A.	730+604	---	---
45.	23/05/2011	TGP/GELE/INT-05233-2011	Instalación de tubería de PVC que cruza el ducto de GN y la construcción de un pozo de captación de agua sobre el DDV.	685+168	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
46.	23/05/2011	TGP/GELE/INT-05235-2011	Incremento de viviendas en la "Asociación de Vivienda Los Ángeles de San Antonio" cercanas al DDV.	683+000	36	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 10 viviendas.
47.	24/05/2011	TGP/GELE/INT-05246-2011	Actividades cercanas al DDV en los terrenos pertenecientes a la Asociación "Brisas de Con Con".	598+586	---	---
48.	24/05/2011	TGP/GELE/INT-05247-2011	Actividades cercanas al DDV.	606+804	---	---
49.	24/05/2011	TGP/GELE/INT-05248-2011	Actividades de lotización de terrenos en áreas cercanas al DDV.	603+134 - 603+742	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
50.	05/07/2011	TGP/GELE/INT-05375-2011	Grupo de viviendas instaladas en áreas cercanas al DDV.	510+295	36	Se estima que el incremento corresponde, al menos, a 10 viviendas.

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
51.	01/09/2011	TGP/GELE/INT-05689-2011	Excavaciones sobre el DDV.	609+013 - 609+217	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
52.	01/09/2011	TGP/GELE/INT-05691-2011	Actividades de demarcación de terrenos en áreas cercanas al DDV.	557+753 - 581+188	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
53.	07/09/2011	TGP/GELE/INT-05707-2011	Excavación e instalación de tubería de PVC sobre el DDV.	661+935	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
54.	07/09/2011	TGP/GELE/INT-05708-2011	Proyecto "Mejoramiento, ampliación integral del Sistema de Agua Potable, alcantarillado integral del Montillona – III Etapa".	607+958 608+895 610+462	---	---
55.	09/09/2011	TGP/GELE/INT-05727-2011	Competencia de Motocros Enduro 2011, cuyo circuito cruza el DDV.	717+190 719+091	---	---
56.	27/09/2011	TGP/GELE/INT-05793-2011	Actividades de nivelación de terreno, construcción de represa y futuras plantaciones sobre el DDV.	687+767 - 687+947	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
57.	27/09/2011	TGP/GELE/INT-05795-2011	Habilitación de un cruce de vías sobre el DDV.	537+595	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
58.	27/09/2011	TGP/GELE/INT-05797-2011	Instalación de una edificación en un área cercana al DDV.	685+828	3.6	
59.	18/10/2011	TGP/GELE/INT-05854-2011	Actividades agrícolas sobre el DDV.	619+217 - 619+655	---	---
60.	18/10/2011	TGP/GELE/INT-05856-2011	Excavación e instalación de tubería de PVC sobre el DDV.	726+913	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
61.	18/10/2011	TGP/GELE/INT-05857-2011	Afectación de la berma de seguridad del ducto de transporte de gas natural del STD.	711+794	---	---
62.	18/10/2011	TGP/GELE/INT-05859-2011	Desmante y residuos sólidos depositados sobre el DDV y afectación de la berma de seguridad del ducto de transporte de GN.	569+420 - 570+303	---	---
63.	16/12/2011	TGP/GELE/INT-06141-2011	Solicitud de actividades de nivelación de terrenos sobre el DDV y retiro de la berma de seguridad del ducto de GN.	641+985 - 642+937	---	---
64.	22/12/2011	TGP/GELE/INT-06163-2011	Excavaciones y construcciones menores sobre el DDV.	717+601 - 717+1018	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
65.	22/12/2011	TGP/GELE/INT-06164-2011	Construcción de lozas para viviendas y pozos de agua sobre el DDV.	536+003 - 536+217	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
66.	26/12/2011	TGP/GELE/INT-06174-2011	Actividades de excavación para la instalación de tubería de PVC.	555+446	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
67.	28/12/2011	TGP/GELE/INT-06190-2011	Desarrollo de una competencia automovilística cuyo circuito cruza el DDV.	645+706 - 653+380	---	---
68.	28/12/2011	TGP/GELE/INT-06191-2011	Excavaciones sobre el DDV.	674+242 - 674+305	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
	<b>N° de Cartas 2011</b>	<b>49</b>		<b>Total 2011</b>	<b>774</b>	
69.	02/01/2012	TGP/GELE/INT-06226-2012	Construcción de cerco perimétrico sobre el DDV.	674+408 - 674+510	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
70.	10/01/2012	TGP/GELE/INT-06227-2012	Actividades de nivelación de terrenos sobre el DDV.	703+385 - 703+468	---	---
71.	10/01/2012	TGP/GELE/INT-06206-2012	Plantaciones sobre el DDV.	515+496	---	---
72.	24/01/2012	TGP/GELE/INT-06281-2012	Tubería de PVC que cruza los ductos de transporte de GN.	662+631	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
73.	24/01/2012	TGP/GELE/INT-06282-2012	Excavación para la instalación de cerco perimétrico sobre el DDV.	728+294 - 728+394	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
74.	25/01/2012	TGP/GELE/INT-06291-2012	Competencia de Motocros Enduro 2012, cuyo circuito cruza los ductos de transporte de GN.	665+437	---	---
75.	31/01/2012	TGP/GELE/INT-06313-2012	Habilitación de un cruce de vías sobre el DDV.	598+523	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
76.	06/02/2012	TGP/GELE/INT-06342-2012	Actividades de excavación para la instalación de tuberías de PVC que cruzan los ductos de transporte GN.	670+332	18	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
77.	15/02/2012	TGP/GELE/INT-06397-2012	Construcción de lozas para viviendas y pozos de agua dentro del área de seguridad del ducto de transporte de GN.	536+003 - 536+217	18	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
78.	15/02/2012	TGP/GELE/INT-06400-2012	Excavación e instalación de tubería de PVC que cruzaría el ducto de GN.	685+277	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
79.	02/03/2012	TGP/GELE/INT-06478-2012	Actividades de nivelación de terreno para futuras plantaciones sobre el DDV.	659+379 - 659+595	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
80.	05/03/2012	TGP/GELE/INT-06487-2012	Instalación de tubería de HDPE que cruzaría el ducto de transporte de GN.	564+282	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
81.	05/03/2012	TGP/GELE/INT-06489-2012	Construcción de un acceso que cruza el ducto de transporte de GN.	699+388	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
82.	05/03/2012	TGP/GELE/INT-06490-2012	Excavación de una zanja sobre el DDV.	560+998	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
83.	13/03/2012	TGP/GELE/INT-06525-2012	Instalación de tubería de PVC que cruza el ducto de transporte de GN.	706+410	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
84.	13/03/2012	TGP/GELE/INT-06526-2012	Plantaciones de eucalipto sobre el DDV, pertenecientes al "Fundo El Cortijo".	688+231	---	---
85.	28/03/2012	TGP/GELE/INT-06591-2012	Instalación de tubería de PVC sobre el DDV como parte del Proyecto de "Construcción de Infraestructura Hidráulica para la Sostenibilidad de la Productividad y Producción Agrícola en Pampa Lanchas".	540+000	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
86.	29/03/2012	TGP/GELE/INT-06598-2012	Proyecto de instalación de tubería de PVC que cruzaría el ducto de transporte de GN.	539+212	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
87.	29/03/2012	TGP/GELE/INT-06600-2012	Proyecto de instalación de tubería de PVC que cruzaría el ducto de GN y habilitación de cruces de vías sobre el DDV.	604+521 - 606+212	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
88.	29/03/2012	TGP/GELE/INT-06601-2012	Actividades de construcción de un pozo y excavación para instalar una cerca que cruzaría el ducto de transporte de GN.	673+444	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
89.	24/04/2012	TGP/GELE/INT-6744-2012	Desmante y residuos sólidos que se depositan sobre el DDV, y afectación de la berma de seguridad del ducto de GN por el tránsito de vehículos pesados.	569+284 - 570+440	---	---
90.	25/04/2012	TGP/GELE/INT-06750-2012	Continúa la edificación de una vivienda de material noble sobre el DDV.	676+200	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
91.	28/05/2012	TGP/GELE/INT-6908-2012	Habilitación de un acceso que cruza el ducto de transporte de gas natural.	665+890 - 665+905	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
92.	30/05/2012	TGP/GELE/INT-6918-2012	Incremento del número de viviendas en las proximidades del DDV pertenecientes al Asentamiento Humano "9 de Octubre".	668+250 - 668+650	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
93.	30/05/2012	TGP/GELE/INT-6921-2012	Incremento del número de viviendas en las proximidades del DDV, pertenecientes a la "Asociación de Vivienda Los Ángeles de San Antonio".	683+100 - 683+830	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
94.	30/05/2012	TGP/GELE/INT-6932-2012	Instalación de un cerco perimétrico rectangular que cruza el ducto de GN.	676+088 - 676+106	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
95.	04/06/2012	TGP/GELE/INT-6946-2012	Instalación de una tubería de PVC y un canal de riego que cruzan el ducto de GN.	629+297 - 629+294	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
96.	19/06/2012	TGP/GELE/INT-7034-2012	Construcción de una plataforma sobre una acequia que cruza el ducto de GN.	629+325	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
97.	25/06/2012	TGP/GELE/INT-7068-2012	Continúan realizando obras de excavación sobre el DDV, dentro del predio rústico denominado "Pampa Negra".	522+317	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
98.	26/06/2012	TGP/GELE/INT-7071-2012	Instalación de tuberías de PVC que cruzan el ducto de transporte de GN.	526+674 - 526+693	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
99.	26/06/2012	TGP/GELE/INT-7073-2012	Construcción de un sardinell sobre el DDV, en el interior del Condominio Paraíso del Sur.	676+200	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
100.	02/07/2012	TGP/GELE/INT-7079-2012	Plantaciones de olivo sobre el DDV.	674+721	---	---
101.	03/07/2012	TGP/GELE/INT-7095-2012	Instalación de tubería de PVC sobre el DDV como parte del Proyecto de "Construcción del Sistema de Agua por Galería de Filtración de los Centros Poblados Pallasco y Pantayco".	509+785	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
102.	03/07/2012	TGP/GELE/INT-7096-2012	Actividades de demarcación sobre el DDV.	666+210 - 666+231	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
103.	04/07/2012	TGP/GELE/INT-7105-2012	Construcción de un corral de material noble sobre el DDV.	670+895	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
104.	04/07/2012	TGP/GELE/INT-7106-2012	Instalación de tubería de PVC que cruza los ductos de transporte de gas natural.	668+530	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
105.	18/09/2012	TGP/GELE/INT-7487-2012	Actividades de excavación para la instalación de tubería de HDPE que cruza los ductos de transporte de gas natural.	552+180	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
106.	18/09/2012	TGP/GELE/INT-7496-2012	Excavaciones dentro del área de seguridad de los ductos de transporte de gas natural.	677+700	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
107.	03/10/2012	TGP/GELE/INT-7543-2012	Instalación de tubería de PVC que cruza el ducto de transporte de GN.	703+449	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
108.	15/10/2012	TGP/GELE/INT-7633-2012	Actividades de excavación sobre el DDV para la instalación de una línea eléctrica.	660+540	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
109.	25/10/2012	TGP/GELE/INT-7694-2012	Plantaciones de eucalipto sobre el DDV.	677+660	---	---
110.	20/11/2012	TGP-GECO-INT-7800-2012	Actividades de tránsito con maquinaria pesada por el personal de CONTUGAS.	552+670	---	---
111.	05/12/2012	TGP/GELE/INT-7860-2012	Actividades de construcción y plantación sobre el DDV.	703+421 - 703+529	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
112.	28/12/2012	TGP/GELE/INT-7983-2012	Trabajos de excavación sobre el DDV.	507+009 507+137	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
	<b>N° de Cartas 2012</b>	<b>44</b>		<b>Total 2012</b>	<b>554.4</b>	
113.	13/02/2013	TGP/GELE/INT-08137-2013	Excavación de 05 zanjas para la instalación de tuberías de PVC sobre el DDV.	662+055 - 662+140	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
114.	05/03/2013	TGP/GELE/INT-08234-2013	Edificación de una vivienda de material noble aledaña al DDV.	629+220	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
115.	06/03/2013	TGP/GELE/INT-08231-2013	Instalación de cerco perimétrico y siembra de plantas de Aromo sobre el DDV.	525+950	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
116.	11/03/2013	TGP/GELE/INT-08250-2013	Asfaltado, remoción de terreno y demarcaciones sobre el DDV, ejecutadas como parte de la construcción del Condominio Buena Vista.	660+560 - 660+656	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
117.	14/03/2013	TGP/GELE/INT-08283-2013	Actividades de excavación para la construcción de un almacén sobre el DDV.	618+606 - 618+672	7.2	Se estima que correspondería a 2 viviendas.
118.	07/05/2013	TGP/GELE/INT-08556-2013	Instalación de tubería de PVC que cruza los ductos de transporte de GN.	684+055	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
119.	17/05/2013	TGP/GELE/INT-08646-2013	Trabajos de excavación de hoyos sobre el DDV.	698+611 - 698+615	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
120.	17/05/2013	TGP/GELE/INT-08648-2013	Trabajos de excavación de una zanja sobre el DDV.	723+785	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
121.	17/05/2013	TGP/GELE/INT-08650-2013	Instalación de tuberías de PVC, cerco perimétrico y habilitación de accesos que cruzan el ducto de transporte de LGN.	521+757 - 522+304	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
122.	24/05/2013	TGP/GELE/INT-08672-2013	Remoción de superficie sobre el DDV, ejecutadas como parte del proyecto de asfaltado de la vía que une a los Centros Poblados "La Isla" y "Santa Rosa".	659+341 659+553	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
123.	24/05/2013	TGP/GELE/INT-08673-2013	Excavación con maquinaria pesada sobre el DDV.	726+128	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
124.	24/05/2013	TGP/GELE/INT-08580-2013	Trabajos de excavación con maquinaria pesada sobre el DDV, ejecutadas por la empresa CONTUGAS.	539+185	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
125.	04/06/2013	TGP/GELE/INT-08722-2013	Remoción de terreno cerca del DDV, ejecutadas en el lecho del Río Mala.	677+785	---	---
126.	18/06/2013	TGP/GELE/INT-08792-2013	Excavación con maquinaria pesada sobre el DDV.	706+851 - 706+866	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
127.	04/07/2013	TGP/GELE/INT-08851-2013	Excavación sobre el DDV, a la altura del Km 180 de la Panamericana Sur.	583+769	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
128.	16/08/2013	TGP/GELE/INT-09015-2013	Excavación cerca del DDV y huellas de vehículos sobre los ductos de GN.	634+025	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
129.	16/08/2013	TGP/GELE/INT-09016-2013	Habilitación de un acceso que cruza los ductos de transporte de GN.	685+230	14.4	Se estima que correspondería, al menos a 4 viviendas.
130.	06/09/2013	TGP/GELE/INT-09111-2013	Trabajos de excavación y construcción de corrales sobre el DDV.	713+398	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
131.	09/09/2013	TGP/GELE/INT-09112-2013	Instalación de tubería de PVC que cruza los ductos de transporte de GN.	687+761	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
132.	13/09/2013	TGP/GELE/INT-09128-2013	Instalación de viviendas rústicas, sobre y en las proximidades del DDV.	639+540 - 639+790	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
133.	13/09/2013	TGP/GELE/INT-09131-2013	Instalación de tuberías de PVC que cruzan los ductos de transporte de gas natural.	684+076	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
134.	23/09/2013	TGP/GELE/INT-09181-2013	Instalación de una choza rústica sobre la traza del ducto de gas natural.	661+974	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
135.	23/09/2013	TGP/GELE/INT-09184-2013	Habilitación de dos accesos que cruzan el ducto de transporte de GN.	713+443 713+460	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
136.	30/09/2013	TGP/GELE/INT-09201-2013	Habilitación de un acceso que cruza el ducto de transporte de GN.	687+155	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
137.	15/10/2013	TGP/GELE/INT-09271-2013	Imposibilidad de acceso a la válvula XV 10021 del STD.	701+606	---	Incidente.
138.	30/10/2013	TGP/GELE/INT-09327-2013	Actividades de construcción y huellas vehiculares sobre el DDV.	717+610 - 718+326	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
139.	30/10/2013	TGP/GELE/INT-09328-2013	Trabajos de excavación dentro del DDV.	677+930	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
140.	30/10/2013	TGP/GELE/INT-09329-2013	Identificación de huellas vehiculares que cruzan el ductos de GN.	665+417 - 665+506	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
141.	30/10/2013	TGP/GELE/INT-09330-2013	Surcos e instalación de un cerco perimétrico que cruzan el ducto de GN.	686+166	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
142.	05/11/2013	TGP/GELE/INT-09360-2013	Trabajos de excavación sobre y en las proximidades del DDV.	536+361	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
143.	28/11/2013	TGP/GELE/INT-09450-2013	Actividades de excavación de hoyos que cruzan la traza del ducto de GN	663+265 663+533 663+547	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
144.	13/12/2013	FAX Nro. S/N de fecha 13.12.2013	Siniestro N° 005-2013: Extracción de material para la construcción de un muro que limita a un predio. Se observa exposición de fibra óptica expuesta en una longitud de 0.5 metros y un pequeño corte en el revestimiento del mismo.	556+153	---	Incidente.
	<b>N° de Cartas 2013</b>	<b>32</b>		<b>TOTAL 2013</b>	<b>345.6</b>	
145.	06/01/2014	FAX Nro. S/N de fecha 06.01.2014	Siniestro N° 001-2014: Trabajos de excavación con maquinaria pesada que viene realizando la contratista de la empresa Contugas. La Sala de Control reportó pérdida de señal de fibra óptica.	552+360	---	Incidente.
146.	06/02/2014	TGP/GELE/INT-09706-2014	Trabajos de excavación sobre la traza de los ductos de transporte GN.	618+612	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
147.	06/02/2014	TGP/GELE/INT-09702-2014	Canal que cruza la traza del ducto de transporte de GN.	554+797	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
148.	10/02/2014	TGP/GELE/INT-09725-2014	Excavación de un hoyo a 5 metros del ducto de transporte de gas natural.	703+070	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
149.	04/03/2014	TGP/GELE/INT-09835-2014	Identificación de viviendas prefabricadas aledañas al DDV.	588+920 - 591+500	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
150.	12/05/2014	TGP/GELE/INT-10185-2014	Actividades de construcción aledañas al DDV.	673+484 - 673+558	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
151.	11/06/2014	TGP/GELE/INT-10358-2014	Excavación de zanja con tubería de PVC que cruza la traza del ducto de GN.	685+894	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
152.	01/07/2014	TGP/GELE/INT-10402-2014	Acceso y apertura de canales que cruzan el ducto de GN, y plantaciones sobre el DDV.	556+092 - 556+140	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
153.	08/07/2014	TGP/GELE/INT-10461-2014	Tubería de PVC que cruza la traza del ducto de transporte de GN.	718+000	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
154.	23/07/2014	TGP/GELE/INT-10512-2014	Tubería de PVC, correspondiente al Proyecto de "Habilitación Urbana La Alameda Lima Sur en el Distrito de Chilca", que cruza la traza del ducto de GN.	702+500	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
155.	21/08/2014	TGP/GELE/INT-10613-2014	Excavaciones sobre la traza del ducto de transporte de GN.	666+256	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
	<b>N° de Cartas 2014</b>	<b>11</b>		<b>TOTAL 2014</b>	<b>194.4</b>	
156.	08/01/2015	TGP/GELE/INT-11100-2014	Nivelación de terreno con maquinaria pesada sobre la traza de los ductos de GN.	629+255 - 629+345	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
157.	08/01/2015	TGP/GELE/INT-11124-2015	Excavación para la instalación de una tubería de PVC y habilitación de un acceso, que cruzan la traza del ducto de GN.	671+118	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
158.	05/03/2015	TGP/GELE/INT-11346-2015	Instalación de un corral y actividades de excavación sobre el DDV.	714+619	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
159.	05/03/2015	TGP/GELE/INT-11335-2015	Remoción y traslado de material para acondicionamiento de tránsito de vehículos sobre el DDV.	602+388 - 602+737	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
160.	05/03/2015	TGP/GELE/INT-11338-2015	Instalación de una granja sobre la traza de los ductos de transporte de gas natural.	630+178	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
161.	05/03/2015	TGP/GELE/INT-11340-2015	Instalación de una red eléctrica protegida con una tubería de PVC que cruza la traza de los ductos de transporte de gas natural.	635+893	---	---

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
162.	05/03/2015	TGP/GELE/INT-11345-2015	Instalación de tubería de PVC que cruza la traza de los ductos de GN.	673+621	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
163.	06/03/2015	TGP/GELE/INT-11344-2015	Trabajos de excavación sobre la traza del ducto de transporte de gas natural.	664+496	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
164.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11334-2015	Excavación de un pozo e instalación de una tubería de PVC que cruza al ducto de GN.	549+260	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
165.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11342-2015	Disminución de la cobertura del ducto y habilitación de un canal sobre el DDV.	658+699	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
166.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11325-2015	Identificación de plantaciones e instalación de una tubería de PVC que cruzan la traza del ducto de transporte de LGN.	524+756	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
167.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11341-2015	Remoción de terreno dentro del DDV.	647+362	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
168.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11343-2015	Excavación de un pozo dentro del DDV e instalación de una tubería de PVC que cruza la traza del ducto de GN.	659+745	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
169.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11339-2015	Excavación y remoción de terreno dentro del DDV.	632+754	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
170.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11336-2015	Remoción de terreno dentro del DDV.	619+304	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
171.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11326-2015	Habilitación de accesos para tránsito de vehículos que cruzan el ducto de GN.	563+036 - 563+135	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
172.	09/03/2015	TGP/GELE/INT-11327-2015	Instalación de vivienda rústica aledaña al DDV.	714+782	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
173.	10/04/2015	TGP/GELE/INT-11462-2015	Habilitación de accesos para tránsito de vehículos que cruzan la traza del ducto de transporte de líquidos de gas natural.	545+456 - 545+549	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
174.	10/04/2015	TGP/GELE/INT-11463-2015	Nivelación de terreno, habilitación de accesos y construcción de un cerco perimétrico de concreto sobre el ducto.	703+544 - 703+889	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
175.	10/04/2015	TGP/GELE/INT-11465-2015	Actividades constructivas sobre la traza del ducto de transporte de gas natural del STD.	717+596 - 718+014	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
176.	10/04/2015	TGP/GELE/INT-11481-2015	Excavación y nivelación de terrenos sobre la traza de los ductos de transporte de GN.	629+234 - 629+325	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
177.	10/04/2015	TGP/GELE/INT-11481-2015	Construcción de una vivienda aledaña al DDV.	629+212	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
178.	10/04/2015	TGP/GELE/INT-11464-2015	Apertura de canal de riego que cruza la traza del ducto de transporte de LGN.	524+027	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
179.	17/04/2015	TGP/GELE/INT-11597-2015	Excavación y remoción de terrenos dentro del DDV.	619+304 619+349	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
180.	17/04/2015	TGP/GELE/INT-11598-2015	Remoción de terreno dentro del DDV.	632+728	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
181.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11771-2015	Construcción de un pozo dentro del DDV.	685+188	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
182.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11773-2015	Remoción de la berma de seguridad del ducto de transporte de LGN, y construcción de un cerco perimétrico dentro del DDV.	706+881	7.2	Se estima que corresponde, al menos, a 2 viviendas.
183.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11774-2015	Habilitación de un acceso que cruza la traza de los ductos de transporte de GN.	634+454	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
184.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11815-2015	Construcción de un cerco perimétrico dentro del DDV.	726+132	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
185.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11817-2015	Instalación de una red eléctrica que cruza la traza de los ductos de transporte de GN.	675+460	36	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
186.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11819-2015	Remoción de terreno con maquinaria pesada dentro del DDV.	556+474	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
187.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11820-2015	Identificación de huellas vehiculares que cruzan la traza del ducto de LGN.	528+488	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
188.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11848-2015	Instalación de una vivienda de material noble cerca del DDV.	725+623	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
189.	03/06/2015	TGP/GELE/INT-11851-2015	Construcción de cercos perimétricos e implementación de un acceso en el DDV.	706+570 - 706+833	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
190.	19/06/2015	TGP/GELE/INT-11868-2015	Actividades de construcción dentro del DDV, e instalación de un cerco sobre la traza de los ductos de transporte de GN.	670+951 - 670+971	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
191.	19/06/2015	TGP/GELE/INT-11872-2015	Actividades de quema de maizales próxima a la Válvula XV-50018 del STD.	509+650	---	Incidente.
192.	19/06/2015	TGP/GELE/INT-11960-2015	Instalación de una manguera de PVC que cruza la traza del ducto de GN.	523+112	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
193.	23/06/2015	TGP/GELE/INT-12011-2015	Apertura de acceso que cruza la traza del ducto de transporte de gas natural del STD.	591+154	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
194.	23/06/2015	TGP/GELE/INT-12019-2015	Canal que cruza la traza del ducto de transporte de GN e identificación de plantaciones dentro del DDV.	556+006	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
195.	23/06/2015	TGP/GELE/INT-12014-2015	Excavación e instalación de una tubería de PVC, sobre la traza del ducto de transporte de gas natural del STD.	561+643	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
196.	23/06/2015	TGP/GELE/INT-12012-2015	Habilitación de un acceso que cruza la traza de los ductos de transporte de gas natural.	643+877	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
197.	23/06/2015	TGP/GELE/INT-12017-2015	Formación de una berma y remoción de terreno dentro del DDV.	589+176	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
198.	23/06/2015	TGP/GELE/INT-12022-2015	Acceso que cruza la traza del ducto de transporte de gas natural del STD.	590+990	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
199.	03/09/2015	TGP/GELE/INT-12390-2015	Excavaciones cercanas al DdV a la altura del PK-617+955 del ducto de GN.	617+955	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
200.	08/09/2015	TGP/GELE/INT-12441-2015	Instalación de un cerco perimétrico que cruza la traza del ducto de GN.	684 +342	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
201.	14/09/2015	TGP/GELE/INT-12490-2015	Habilitación de un acceso que cruza diagonalmente la traza del ducto de GN.	523+536	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
202.	02/11/2015	TGP/GELE/INT-12680-2015	Remoción de terreno y formación de berma en el DdV de los ductos de GN.	606+422	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
203.	03/11/2015	TGP/GELE/INT-12677-2015	Excavación de hoyos para la instalación de postes de concreto a modo de cerco que cruza la traza de los ductos de GN.	597+076	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
204.	11/11/2015	TGP/GELE/INT-12304-2015	Excavación de zanja sobre la traza del ducto de LGN.	524+765	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
205.	17/11/2015	TGP/GELE/INT-12872-2015	Tránsito de vehículos pesados sobre la traza de los ductos de GN y LGN.	665+870 y 665+945	---	---
206.	17/11/2015	TGP/GELE/INT-12868-2015	Construcción de columnas de fierro para vaciado de concreto sobre el DdV, al margen derecho del ducto de GN.	683+1028	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
207.	17/11/2015	TGP/GELE/INT-12865-2015	Excavación en el DdV, sobre el ducto de 18" de GN.	720+580	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
208.	17/11/2015	TGP/GELE/INT-12866-2015	Remoción de terreno y formación de surcos, así como instalación de tuberías de 2" HDPE y 4" HDPE las cuales cruzan la traza de los ductos de GN.	608+484 a 608+720	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
209.	18/11/2015	TGP/GELE/INT-12890-2015	Instalación de postes de madera con base de concreto, cerca al ducto de GN.	660+040	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
210.	18/11/2015	TGP/GELE/INT-12883-2015	Remoción de terreno para habilitación de un acceso sobre el DdV.	683+319	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
211.	18/11/2015	TGP/GELE/INT-12886-2015	Excavación de surco, realizada con maquinaria pesada (Cargador Frontal), que cruza la traza del ducto de GN.	696+590	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
212.	23/11/2015	TGP/GELE/INT-12933-2015	Tránsito de vehículos livianos sobre la traza del ducto de GN.	606+251	---	---
213.	26/11/2015	TGP/GELE/INT-12951-2015	Excavación de surcos para futuras plantaciones de tomate que cruzan la traza del ducto de GN.	687+580 - 687+612	---	---
214.	30/11/2015	TGP/GELE/INT-12891-2015	Instalación de cerco perimétrico, el cual cruza la traza del ducto de GN.	726+128	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
215.	02/12/2015	TGP/GELE/INT-12895-2015	Instalación de un cerco perimétrico que cruza la traza del ducto de GN.	672+002	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
216.	02/12/2015	TGP/GELE/INT-12933-2015	Tránsito de vehículos livianos sobre la traza del ducto de GN.	606+251	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
217.	02/12/2015	TGP/GELE/INT-12864-2015	Instalación de un vivero dentro del DdV y sobre la traza del ducto de 18" de GN.	522+500	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
218.	03/12/2015	TGP/GELE/INT-12992-2015	Construcción de vivienda dentro del DdV.	676+157	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
219.	04/12/2015	TGP/GELE/INT-12955-2015	Construcción de un establo al lado del ducto de gas natural.	556+127	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
220.	28/12/2015	TGP/GELE/INT-13107-2015	Instalación de un cerco perimétrico hecho de palos y alambres de púas sobre el DDV.	676+683	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
	<b>N° de Cartas 2015</b>	<b>65</b>		<b>TOTAL 2015</b>	<b>360</b>	

N°	Fecha	N° de carta (/a)	Asunto / Tema	Ubicación (KP)	Personas en FS (/b)	Justificación (/c)
221.	28/04/2016	TGP/GELE/INT-13736-2016	Acceso sobre el DDV del ducto de GN.	603+351	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
222.	26/05/2016	TGP/GELE/INT-13901-2016	Excavación de zanja cerca al ducto de 24" de GN	677+036	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
223.	08/08/2016	TGP/GELE/INT-13966-2016	Construcción de muro, pozo de agua y plantaciones	509+237	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
224.	22/08/2016	TGP/GELE/INT-14289-2016	Construcción aladaña al DDV.	683+345	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
225.	24/09/2016	TGP/GELE/INT-12564-2015	Excavaciones sobre el ducto de GN, dejando una tapada mínima de 0.47 m.	559+078 - 559+288	14.4	Se estima que corresponde, al menos, a 4 viviendas.
	<b>N° de Cartas 2016</b>	<b>5</b>		<b>TOTAL 2016</b>	<b>36</b>	
226.	21/02/2017	TGP/GELE/INT-15025-2017	Excavación de zanja sobre la traza del ducto de GN.	677+036	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
227.	12/05/2017	TGP/GELE/INT-15815-2017	Construcciones en el DDV	729+780	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
228.	24/05/2017	TGP/GELE/INT-15623-2017	Construcciones en el DDV	562+587	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
229.	25/05/2017	TGP/GELE/INT-15949-2017	Aparición de módulos de vivienda prefabricados.	706+212	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
230.	07/06/2017	TGP/GELE/INT-15706-2017	Edificaciones de proyecto inmobiliario	723+1447	108	Se estima que corresponde, al menos, a 30 viviendas.
231.	26/06/2017	TGP/GELE/INT-15812-2017	Excavaciones en el DDV.	550+649 al 570+823	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
232.	06/07/2017	TGP/GELE/INT-15780-2017	Excavaciones en el DDV.	561+1310	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
233.	07/07/2017	TGP/GELE/INT-15848-2017	Cruces de camino del DDV	666+095	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
234.	12/07/2017	TGP/GELE/INT-15853-2017	Cruce de cercas.	637+558	10.8	Se estima que corresponde, al menos, a 3 viviendas.
235.	18/07/2017	TGP/GELE/INT-15850-2017	Construcciones en el DDV	670+975	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
236.	29/08/2017	TGP/GELE/INT-16299-2017	Plantación de cítricos y actividad con maquinaria pesada.	608+476 608+485	---	---
237.	01/09/2017	TGP/GELE/INT-16017-2017	Nivelación del terreno, presencia de Módulos de vivienda prefabricados.	706+212 706+384	72	Se estima que corresponde, al menos, a 10 viviendas.
238.	06/09/2017	TGP/GELE/INT-15914-2017	Construcción de viviendas en el DdV	714+090	18	Se estima que corresponde, al menos, a 5 viviendas.
239.	04/10/2017	TGP/GELE/INT-15936-2017	Plantación de Pinos.	611+794	---	---
240.	31/10/2017	TGP/GELE/INT-16496-2017	Construcción de un taller mecánico	729+955	7.2	Se estima que equivale, al menos, a 2 viviendas.
241.	06/11/2017	TGP/GELE/INT-16491-2017	Construcción de cerco perimétrico.	705+656	3.6	Se estima que corresponde, al menos, a una vivienda.
242.	24/11/2017	TGP/GELE/INT-16584-2017	Demarcación de terrenos.	619+772 619+868	72	Se estima que corresponde, al menos, a 20 viviendas.
	<b>N° de Cartas 2017</b>	<b>17</b>		<b>Total 2017</b>	<b>446.4</b>	
				<b>TOTAL</b>	<b>2916</b>	

Notas:

(/a) Esta lista corresponde a las cartas que comunican afectaciones al DDV, su relación con el número de personas en la Franja de Seguridad es referencial.

(/b) Se estima este número de personas debido a que estas actividades no habían sido reportadas con anterioridad.

(/c) El promedio de personas por vivienda en el ámbito rural es de 3.6 (INEI, 2015, p. 72).



**Anexo 2: Amenazas a la integridad de ductos (Norma ASME B31.8S)***(a) Time Dependent*

- (1) external corrosion
- (2) internal corrosion
- (3) stress corrosion cracking

*(b) Resident*

- (1) manufacturing-related defects
  - (-a) defective pipe seam
  - (-b) defective pipe
- (2) welding/fabrication related
  - (-a) defective pipe girth weld (circumferential) including branch and T-joints
  - (-b) defective fabrication weld
  - (-c) wrinkle bend or buckle
  - (-d) stripped threads/broken pipe/coupling failure
- (3) equipment
  - (-a) gasket O-ring failure
  - (-b) control/relief equipment malfunction
  - (-c) seal/pump packing failure
  - (-d) miscellaneous

*(c) Time Independent*

- (1) third-party/mechanical damage
  - (-a) damage inflicted by first, second, or third parties (instantaneous/immediate failure)
  - (-b) previously damaged pipe (such as dents and/or gouges) (delayed failure mode)
  - (-c) vandalism
- (2) incorrect operational procedure
- (3) weather-related and outside force
  - (-a) cold weather
  - (-b) lightning
  - (-c) heavy rains or floods
  - (-d) earth movements

### Anexo 3: Ecuaciones del Modelo

STELLA 10.1.2 - Modelo N° 0, al 27.09.2018.stmx

File Edit View Equation Run Help

Interface Map Model Equation

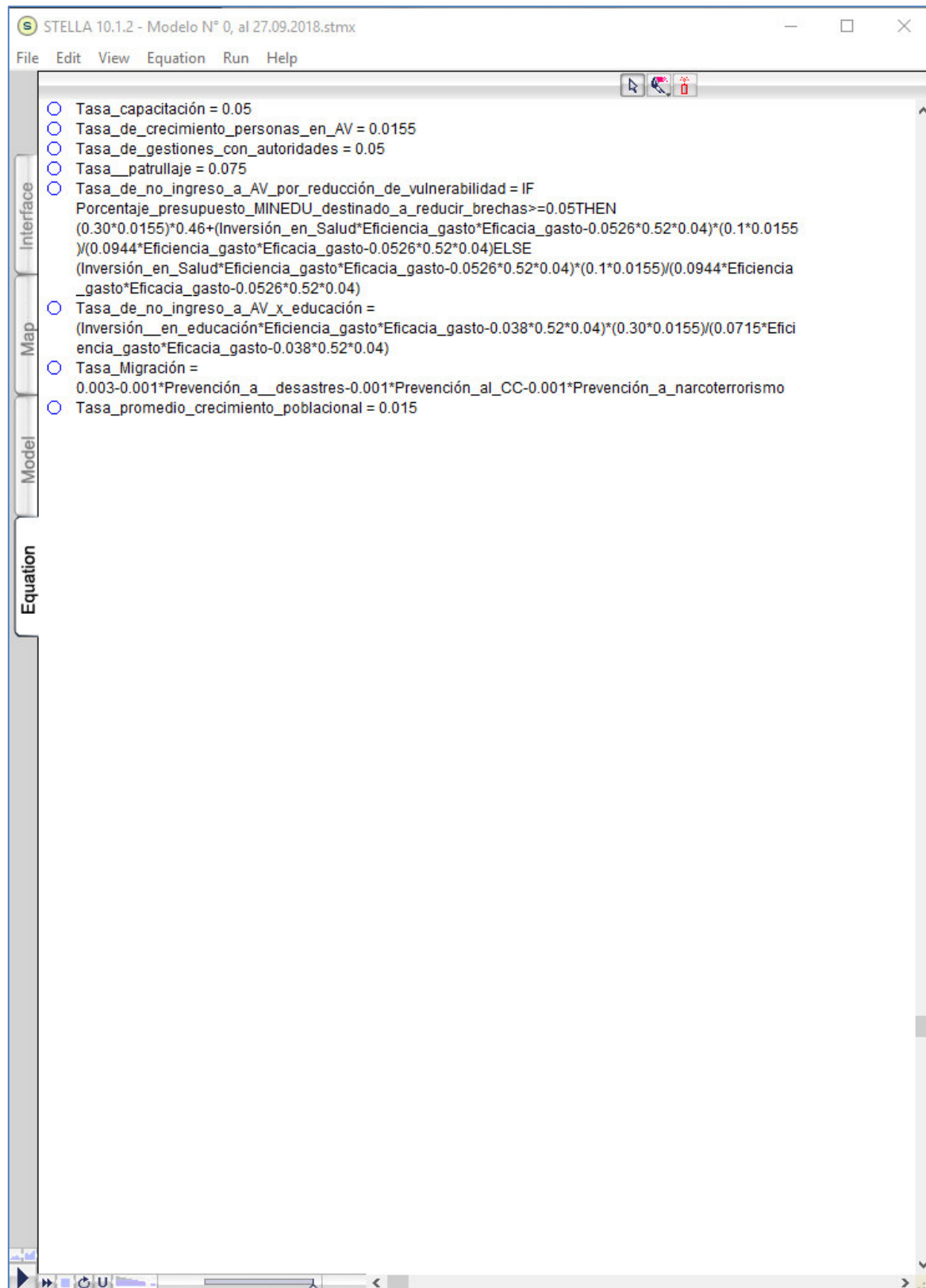
☐  $N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}}(t) = N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}}(t - dt) + (\text{Personas a AV} + \text{Migración} - \text{Personas reubicadas}) * dt$   
 INIT  $N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}} = 11335905$   
 INFLOWS:  
   Personas a AV =  $N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}} * \text{Tasa de crecimiento personas en AV} - N^{\circ}_{\text{Personas que no entran a AV}}$   
   Migración =  $\text{Población} * \text{Tasa Migración}$   
 OUTFLOWS:  
   Personas reubicadas =  $\text{pulse}(\text{Porcentaje de reubicación} * N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}}, 2017)$

☐  $N^{\circ}_{\text{Personas que no entran a AV}}(t) = N^{\circ}_{\text{Personas que no entran a AV}}(t - dt) + (\text{Personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad} + \text{Personas que no entran a AV por influencia de la educación}) * dt$   
 INIT  $N^{\circ}_{\text{Personas que no entran a AV}} = 0$   
 INFLOWS:  
   Personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad =  $\text{PULSE}((\text{Población} * 0.59 - N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}}) * \text{Tasa de no ingreso a AV por reducción de vulnerabilidad}, 2034)$   
   Personas que no entran a AV por influencia de la educación =  $\text{PULSE}((\text{Población} * 0.59 - N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}}) * \text{Tasa de no ingreso a AV x educación}, 2027)$

☐  $N^{\circ}_{\text{personas en la Franja de Seguridad}}(t) = N^{\circ}_{\text{personas en la Franja de Seguridad}}(t - dt) + (N^{\circ}_{\text{de personas a FS}} + \text{Ingreso x motivación a invadir}) * dt$   
 INIT  $N^{\circ}_{\text{personas en la Franja de Seguridad}} = 300$   
 INFLOWS:  
    $N^{\circ}_{\text{de personas a FS}} = \text{Personas de AV que van a FS} - \text{Reducción x patrullaje} - \text{Reducción x gestiones} - \text{Reducción x capacitación}$   
   Ingreso x motivación a invadir =  $\text{PULSE}(60, 2018, 4)$

☐  $\text{Población}(t) = \text{Población}(t - dt) + (\text{Crecimiento poblacional}) * dt$   
 INIT  $\text{Población} = 31488625$   
 INFLOWS:  
   Crecimiento poblacional =  $\text{Tasa promedio crecimiento poblacional} * \text{Población}$

☐ Eficacia\_gasto = 0.04  
☐ Eficiencia\_gasto = 0.52  
☒  $\text{FRECUENCIA\_DE\_FALLAS\_POR\_AÑO} = N^{\circ}_{\text{total\_estimado\_de\_fallas\_en\_50\_años}} / 50$   
☐ Inversión en educación = 0.038  
☐ Inversión en Salud = 0.0526  
☐  $N^{\circ}_{\text{de fallas según ER}} = 1.04E-02$   
☐  $N^{\circ}_{\text{fallas daño x terceros}} = ((N^{\circ}_{\text{personas en la Franja de Seguridad}} - 300) / 3.6) / 600$   
☐  $N^{\circ}_{\text{fallas x amenazas no identificadas}} = 0.5$   
☐  $N^{\circ}_{\text{fallas x inundaciones}} = \text{IFPrevencción al CC}=0 \text{ THEN } 0.14 \text{ ELSE } 0.07$   
☐  $N^{\circ}_{\text{fallas x vandalismo}} = \text{IFPrevencción a narcoterrorismo}=0 \text{ THEN } 3.33 \text{ ELSE } 2$   
☐  $N^{\circ}_{\text{total\_estimado\_de\_fallas\_en\_50\_años}} = N^{\circ}_{\text{fallas\_daño\_x\_terceros}} + N^{\circ}_{\text{de fallas según ER}} + N^{\circ}_{\text{Fallas x Inundaciones}} + N^{\circ}_{\text{Fallas x Vandalismo}} + N^{\circ}_{\text{fallas x amenazas no identificadas}}$   
☐  $\text{Personas de AV que van a FS} = N^{\circ}_{\text{de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables}} * \text{Porcentaje de AV que va a FS}$   
☐  $\text{Porcentaje de reubicación} = 0.000288993$   
☐  $\text{Porcentaje de AV que va a FS} = 0.00004537679$   
☐  $\text{Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas} = 0.002$   
☐  $\text{Prevención a desastres} = 0$   
☐  $\text{Prevención a narcoterrorismo} = 0$   
☐  $\text{Prevención al CC} = 0$   
☐  $\text{Reducción x capacitación} = \text{Personas de AV que van a FS} * \text{Tasa capacitación}$   
☐  $\text{Reducción x patrullaje} = \text{Personas de AV que van a FS} * \text{Tasa patrullaje}$   
☐  $\text{Reducción x gestiones} = \text{Personas de AV que van a FS} * \text{Tasa de gestiones con autoridades}$   
☐  $\text{Tasa capacitación} = 0.05$



Fuente: Stella 10.1.2

**Anexo 4: Resultados si no se toma ninguna acción**

Years	N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables	N° Personas que no entran a AV	N° personas en la Franja de Seguridad	Población	Crecimiento poblacional	Ingreso x motivación a invadir	Migración	N° de personas a FS	Personas a AV	Personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad	Personas que no entran a AV por influencia de la educación	Personas reubicadas	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	N° fallas daño x terceros	N° total estimado de fallas en 50 años	Personas de AV que van a FS	Reducción x capacitación	Reducción x patrullaje	Reducción x gestiones
2016	11,335,905	0	300	31,488,625	472,329	0	94,466	424	175,707	0	0	-	0.079608	0.000000	3.980400	514	26	39	26
2017	11,606,077	0	724	31,960,954	479,414	0	95,883	434	179,894	0	0	3,354	0.083537	0.196467	4.176867	527	26	39	26
2018	11,878,500	0	1,159	32,440,369	486,606	60	97,321	445	184,117	0	0	3,433	0.087560	0.397617	4.378017	539	27	40	27
2019	12,156,505	0	1,664	32,926,974	493,905	0	98,781	455	188,426	0	0	3,513	0.092233	0.631266	4.611666	552	28	41	28
2020	12,440,199	0	2,119	33,420,879	501,313	0	100,263	466	192,823	0	0	3,595	0.096447	0.841955	4.822355	564	28	42	28
2021	12,729,690	0	2,584	33,922,192	508,833	0	101,767	477	197,310	0	0	3,679	0.100759	1.057562	5.037962	578	29	43	29
2022	13,025,088	0	3,061	34,431,025	516,465	60	103,293	488	201,889	0	0	3,764	0.105172	1.278185	5.258585	591	30	44	30
2023	13,326,505	0	3,608	34,947,490	524,212	0	104,842	499	206,561	0	0	3,851	0.110242	1.531706	5.512106	605	30	45	30
2024	13,634,057	0	4,107	35,471,703	532,076	0	106,415	510	211,328	0	0	3,940	0.114861	1.762673	5.743073	619	31	46	31
2025	13,947,860	0	4,618	36,003,778	540,057	0	108,011	522	216,192	0	0	4,031	0.119587	1.998971	5.979371	633	32	47	32
2026	14,268,033	0	5,140	36,543,835	548,158	60	109,632	534	221,155	0	0	4,123	0.124422	2.240707	6.221107	647	32	49	32
2027	14,594,695	0	5,734	37,091,992	556,380	0	111,276	546	226,218	0	0	4,218	0.129923	2.515770	6.496170	662	33	50	33
2028	14,927,971	0	6,280	37,648,372	564,726	0	112,945	559	231,384	0	0	4,314	0.134982	2.768716	6.749116	677	34	51	34
2029	15,267,986	0	6,839	38,213,098	573,196	0	114,639	572	236,654	0	0	4,412	0.140157	3.027439	7.007839	693	35	52	35
2030	15,614,867	0	7,411	38,786,294	581,794	60	116,359	585	242,030	0	0	4,513	0.145449	3.292055	7.272455	709	35	53	35
2031	15,968,743	0	8,055	39,368,089	590,521	0	118,104	598	247,516	0	0	4,615	0.151417	3.590461	7.570861	725	36	54	36
2032	16,329,748	0	8,653	39,958,610	599,379	0	119,876	611	253,111	0	0	4,719	0.156952	3.867221	7.847621	741	37	56	37
2033	16,698,016	0	9,265	40,557,989	608,370	0	121,674	625	258,819	0	0	4,826	0.162613	4.150239	8.130639	758	38	57	38
2034	17,073,684	0	9,890	41,166,359	617,495	60	123,499	639	264,642	0	0	4,934	0.168401	4.439639	8.420039	775	39	58	39

Years	N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables	N° Personas que no entran a AV	N° personas en la Franja de Seguridad	Población	Crecimiento poblacional	Ingreso x motivación a invadir	Migración	N° de personas a FS	Personas a AV	Personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad	Personas que no entran a AV por influencia de la educación	Personas reubicadas	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	N° fallas daño x terceros	N° total estimado de fallas en 50 años	Personas de AV que van a FS	Reducción x capacitación	Reducción x patrullaje	Reducción x gestiones
2035	17,456,891	0	10,589	41,783,854	626,758	0	125,352	654	270,582	0	0	5,045	0.174875	4.763328	8.743728	792	40	59	40
2036	17,847,779	0	11,242	42,410,612	636,159	0	127,232	668	276,641	0	0	5,158	0.180926	5.065881	9.046281	810	40	61	40
2037	18,246,494	0	11,910	43,046,771	645,702	0	129,140	683	282,821	0	0	5,273	0.187112	5.375208	9.355608	828	41	62	41
2038	18,653,181	0	12,594	43,692,473	655,387	60	131,077	698	289,124	0	0	5,391	0.193437	5.691445	9.671845	846	42	63	42
2039	19,067,993	0	13,352	44,347,860	665,218	0	133,044	714	295,554	0	0	5,511	0.200458	6.042509	10.022909	865	43	65	43
2040	19,491,079	0	14,066	45,013,078	675,196	0	135,039	730	302,112	0	0	5,633	0.207068	6.372984	10.353384	884	44	66	44
2041	19,922,598	0	14,795	45,688,274	685,324	0	137,065	746	308,800	0	0	5,757	0.213824	6.710792	10.691192	904	45	68	45
2042	20,362,705	0	15,541	46,373,598	695,604	60	139,121	762	315,622	0	0	5,885	0.220730	7.056079	11.036479	924	46	69	46
2043	20,811,563	0	16,363	47,069,202	706,038	0	141,208	779	322,579	0	0	6,014	0.228343	7.436771	11.417171	944	47	71	47
2044	21,269,336	0	17,143	47,775,240	716,629	0	143,326	796	329,675	0	0	6,147	0.235557	7.797465	11.777865	965	48	72	48
2045	21,736,189	0	17,939	48,491,869	727,378	0	145,476	814	336,911	0	0	6,282	0.242930	8.166093	12.146493	986	49	74	49
2046	22,212,294	0	18,752	49,219,247	738,289	60	147,658	832	344,291	0	0	6,419	0.250464	8.542812	12.523212	1,008	50	76	50
2047	22,697,824	0	19,644	49,957,536	749,363	0	149,873	850	351,816	0	0	6,560	0.258719	8.955560	12.935960	1,030	51	77	51
2048	23,192,953	0	20,494	50,706,899	760,603	0	152,121	868	359,491	0	0	6,703	0.266587	9.348945	13.329345	1,052	53	79	53
2049	23,697,862	0	21,362	51,467,502	772,013	0	154,403	887	367,317	0	0	6,849	0.274626	9.750912	13.731312	1,075	54	81	54
2050	24,212,733	0	22,249	52,239,515	783,593	60	156,719	906	375,297	0	0	6,997	0.282841	10.161629	14.142029	1,099	55	82	55
2051	24,737,751	0	23,216	53,023,107	795,347	0	159,069	926	383,435	0	0	7,149	0.291789	10.609048	14.589448	1,123	56	84	56
2052	25,273,107	0	24,142	53,818,454	807,277	0	161,455	946	391,733	0	0	7,304	0.300364	11.037788	15.018188	1,147	57	86	57
2053	25,818,991	0	25,088	54,625,731	819,386	0	163,877	967	400,194	0	0	7,462	0.309124	11.475807	15.456207	1,172	59	88	59
2054	26,375,601	0	26,054	55,445,117	831,677	60	166,335	987	408,822	0	0	7,622	0.318074	11.923286	15.903686	1,197	60	90	60

Years	N° de Personas ubicadas en Áreas Vulnerables	N° Personas que no entran a AV	N° personas en la Franja de Seguridad	Población	Crecimiento poblacional	Ingreso x motivación a invadir	Migración	N° de personas a FS	Personas a AV	Personas que no entran a AV al reducirse vulnerabilidad	Personas que no entran a AV por influencia de la educación	Personas reubicadas	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	N° fallas daño x terceros	N° total estimado de fallas en 50 años	Personas de AV que van a FS	Reducción x capacitación	Reducción x patrullaje	Reducción x gestiones
2055	26,943,136	0	27,102	56,276,794	844,152	0	168,830	1,009	417,619	0	0	7,786	0.327772	12.408191	16.388591	1,223	61	92	61
2056	27,521,799	0	28,110	57,120,945	856,814	0	171,363	1,030	426,588	0	0	7,954	0.337111	12.875153	16.855553	1,249	62	94	62
2057	28,111,796	0	29,141	57,977,760	869,666	0	173,933	1,052	435,733	0	0	8,124	0.346651	13.352145	17.332545	1,276	64	96	64
2058	28,713,338	0	30,193	58,847,426	882,711	60	176,542	1,075	445,057	0	0	8,298	0.356395	13.839362	17.819762	1,303	65	98	65
2059	29,326,639	0	31,328	59,730,137	895,952	0	179,190	1,098	454,563	0	0	8,475	0.366904	14.364782	18.345182	1,331	67	100	67
2060	29,951,917	0	32,426	60,626,089	909,391	0	181,878	1,121	464,255	0	0	8,656	0.377069	14.873055	18.853455	1,359	68	102	68
2061	30,589,394	0	33,547	61,535,481	923,032	0	184,606	1,145	474,136	0	0	8,840	0.387451	15.392164	19.372564	1,388	69	104	69
2062	31,239,296	0	34,692	62,458,513	936,878	60	187,376	1,169	484,209	0	0	9,028	0.398054	15.922321	19.902721	1,418	71	106	71
2063	31,901,853	0	35,922	63,395,391	950,931	0	190,186	1,194	494,479	0	0	9,219	0.409438	16.491520	20.471920	1,448	72	109	72
2064	32,577,298	0	37,116	64,346,322	965,195	0	193,039	1,220	504,948	0	0	9,415	0.420496	17.044424	21.024824	1,478	74	111	74
2065	33,265,871	0	38,336	65,311,516	979,673	0	195,935	1,245	515,621	0	0	9,614	0.431789	17.609035	21.589435	1,509	75	113	75
2066	33,967,813	0	39,581	66,291,189	994,368	60	198,874	1,272	526,501	0	0	9,816	0.443320	18.185579	22.165979	1,541	77	116	77

**Anexo 5: Variables de cada modelo de simulación**

Variable	Escenario si no se toma ninguna acción	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	Escenario 10
		(Solución enfocada a reducir las fallas no derivadas de daño por 3ra parte)	(Solución enfocada a aumentar las obligaciones de la empresa)	(Solución enfocada a limitar que candidatos políticos promuevan la invasión de la FS)	(Solución enfocada a reducir el aumento del N° de personas a AV por "Migración")	(Solución enfocada a aumentar el número de personas reubicadas de las AV)	(Solución enfocada a promover la educación)	(Solución enfocada a reducir la vulnerabilidad a la pobreza)	(Solución enfocada a mejorar la eficacia en el gasto)	(Solución enfocada a mejorar la eficiencia del gasto)	(Solución enfocada a tratar el problema de manera intensiva)
Ingreso x motivación a invadir	60	60	60	30	60	60	60	60	60	60	30
Eficacia gasto	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.2	0.04	0.2
Eficiencia gasto	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.7	0.7
Inversión en educación	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.07	0.038	0.038	0.038	0.07
Inversión en Salud	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.0526	0.07	0.0526	0.0526	0.07
N° de fallas según ER	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104
N° fallas x amenazas no identificadas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
N° fallas x inundaciones	0.14	0.07	0.14	0.14	0.07	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.07
N° fallas x vandalismo	3.33	2	3.33	3.33	2	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	2
Porcentaje de reubicación	0.000288993	0.000288993	0.000288993	0.000288993	0.000288993	0.014743066	0.000288993	0.000288993	0.000288993	0.000288993	0.014743066
Porcentaje de AV que va a FS	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538	0.00004538
Porcentaje presupuesto MINEDU destinado a reducir brechas	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.05	0.05	0.002	0.002	0.05
Prevención a desastres	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Prevención a narcoterrorismo	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1





**Anexo 6: Número de personas en AV, por escenario**

<b>Years</b>	<b>Escenario si no se toman acciones</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>	<b>Escenario 4</b>	<b>Escenario 5</b>	<b>Escenario 6</b>	<b>Escenario 7</b>	<b>Escenario 8</b>	<b>Escenario 9</b>	<b>Escenario 10</b>
<b>2016</b>	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905	11,335,905
<b>2017</b>	11,606,077	11,543,100	11,606,077	11,606,077	11,511,612	11,606,077	11,606,077	11,606,077	11,606,077	11,606,077	11,511,612
<b>2018</b>	11,878,500	11,750,643	11,878,500	11,878,500	11,686,715	11,710,745	11,878,500	11,878,500	11,878,500	11,878,500	11,520,325
<b>2019</b>	12,156,505	11,961,823	12,156,505	12,156,505	11,864,481	11,816,931	12,156,505	12,156,505	12,156,505	12,156,505	11,529,045
<b>2020</b>	12,440,199	12,176,701	12,440,199	12,440,199	12,044,952	11,924,656	12,440,199	12,440,199	12,440,199	12,440,199	11,537,772
<b>2021</b>	12,729,690	12,395,342	12,729,690	12,729,690	12,228,168	12,033,945	12,729,690	12,729,690	12,729,690	12,729,690	11,546,505
<b>2022</b>	13,025,088	12,617,810	13,025,088	13,025,088	12,414,171	12,144,821	13,025,088	13,025,088	13,025,088	13,025,088	11,555,245
<b>2023</b>	13,326,505	12,844,170	13,326,505	13,326,505	12,603,003	12,257,306	13,326,505	13,326,505	13,326,505	13,326,505	11,563,992
<b>2024</b>	13,634,057	13,074,491	13,634,057	13,634,057	12,794,707	12,371,427	13,634,057	13,634,057	13,634,057	13,634,057	11,572,745
<b>2025</b>	13,947,860	13,308,838	13,947,860	13,947,860	12,989,328	12,487,206	13,947,860	13,947,860	13,947,860	13,947,860	11,581,505
<b>2026</b>	14,268,033	13,547,283	14,268,033	14,268,033	13,186,908	12,604,670	14,268,033	14,268,033	14,268,033	14,268,033	11,590,271
<b>2027</b>	14,594,695	13,789,895	14,594,695	14,594,695	13,387,494	12,723,842	14,594,695	14,594,695	14,594,695	14,594,695	11,599,044
<b>2028</b>	14,927,971	14,036,745	14,927,971	14,927,971	13,591,132	12,844,749	14,927,971	14,927,971	14,927,971	14,927,971	11,607,824
<b>2029</b>	15,267,986	14,287,906	15,267,986	15,267,986	13,797,866	12,967,417	15,235,607	15,267,986	15,251,860	15,260,331	11,569,873
<b>2030</b>	15,614,867	14,543,453	15,614,867	15,614,867	14,007,746	13,091,872	15,517,260	15,614,867	15,566,254	15,591,792	11,483,705
<b>2031</b>	15,968,743	14,803,460	15,968,743	15,968,743	14,220,818	13,218,140	15,772,447	15,968,743	15,871,015	15,922,364	11,347,597
<b>2032</b>	16,329,748	15,068,003	16,329,748	16,329,748	14,437,131	13,346,250	16,000,539	16,329,748	16,165,969	16,252,053	11,180,298
<b>2033</b>	16,698,016	15,337,161	16,698,016	16,698,016	14,656,734	13,476,228	16,200,761	16,698,016	16,450,907	16,580,858	11,015,467
<b>2034</b>	17,073,684	15,611,013	17,073,684	17,073,684	14,879,678	13,608,102	16,372,179	17,073,684	16,725,586	16,908,772	10,853,065
<b>2035</b>	17,456,891	15,889,639	17,456,891	17,456,891	15,106,013	13,741,902	16,513,701	17,456,891	16,989,725	17,235,783	10,693,057
<b>2036</b>	17,847,779	16,173,120	17,847,779	17,847,779	15,335,790	13,877,655	16,634,281	17,827,692	17,237,124	17,559,076	10,535,409
<b>2037</b>	18,246,494	16,461,540	18,246,494	18,246,494	15,569,063	14,015,391	16,756,705	18,185,981	17,467,256	17,878,569	10,380,085
<b>2038</b>	18,653,181	16,754,983	18,653,181	18,653,181	15,805,884	14,155,141	16,881,003	18,531,596	17,679,521	18,194,165	10,227,050
<b>2039</b>	19,067,993	17,053,536	19,067,993	19,067,993	16,046,308	14,296,932	17,007,202	18,864,327	17,873,242	18,505,754	10,076,272
<b>2040</b>	19,491,079	17,357,285	19,491,079	19,491,079	16,290,388	14,440,798	17,135,331	19,183,909	18,047,661	18,813,210	9,927,717
<b>2041</b>	19,922,598	17,666,320	19,922,598	19,922,598	16,538,181	14,586,768	17,265,418	19,490,019	18,201,938	19,116,394	9,781,352

Years	Escenario si no se toman acciones	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	Escenario 10
2042	20,362,705	17,980,731	20,362,705	20,362,705	16,789,744	14,734,874	17,397,493	19,782,282	18,335,143	19,415,149	9,637,145
2043	20,811,563	18,300,610	20,811,563	20,811,563	17,045,133	14,885,148	17,531,586	20,060,258	18,468,966	19,709,300	9,495,064
2044	21,269,336	18,626,049	21,269,336	21,269,336	17,304,406	15,037,623	17,667,727	20,323,451	18,604,836	19,998,660	9,355,078
2045	21,736,189	18,957,146	21,736,189	21,736,189	17,567,624	15,192,331	17,805,947	20,571,298	18,742,785	20,283,019	9,217,155
2046	22,212,294	19,293,995	22,212,294	22,212,294	17,834,845	15,349,306	17,946,277	20,803,169	18,882,844	20,562,152	9,081,266
2047	22,697,824	19,636,695	22,697,824	22,697,824	18,106,131	15,508,582	18,088,748	21,018,368	19,025,045	20,835,813	8,947,380
2048	23,192,953	19,985,347	23,192,953	23,192,953	18,381,543	15,670,194	18,233,393	21,216,123	19,169,419	21,103,738	8,815,468
2049	23,697,862	20,340,051	23,697,862	23,697,862	18,661,145	15,834,176	18,380,245	21,395,590	19,316,000	21,365,642	8,685,501
2050	24,212,733	20,700,911	24,212,733	24,212,733	18,945,000	16,000,564	18,529,336	21,555,843	19,464,820	21,621,217	8,557,451
2051	24,737,751	21,068,032	24,737,751	24,737,751	19,233,173	16,169,394	18,680,699	21,706,332	19,615,914	21,870,134	8,431,287
2052	25,273,107	21,441,521	25,273,107	25,273,107	19,525,729	16,340,702	18,834,370	21,859,128	19,769,314	22,112,042	8,306,984
2053	25,818,991	21,821,487	25,818,991	25,818,991	19,822,735	16,514,526	18,990,382	22,014,266	19,925,056	22,346,564	8,184,514
2054	26,375,601	22,208,039	26,375,601	26,375,601	20,124,258	16,690,904	19,148,771	22,171,781	20,083,175	22,573,298	8,063,849
2055	26,943,136	22,601,291	26,943,136	26,943,136	20,430,369	16,869,873	19,309,573	22,331,709	20,243,707	22,791,817	7,944,963
2056	27,521,799	23,001,356	27,521,799	27,521,799	20,741,135	17,051,473	19,472,823	22,494,086	20,406,687	23,001,666	7,827,830
2057	28,111,796	23,408,351	28,111,796	28,111,796	21,056,629	17,235,743	19,638,558	22,658,948	20,572,152	23,202,362	7,712,424
2058	28,713,338	23,822,393	28,713,338	28,713,338	21,376,921	17,422,722	19,806,816	22,826,333	20,740,140	23,393,391	7,598,719
2059	29,326,639	24,243,603	29,326,639	29,326,639	21,702,086	17,612,452	19,977,634	22,996,279	20,910,689	23,574,210	7,486,691
2060	29,951,917	24,672,103	29,951,917	29,951,917	22,032,196	17,804,974	20,151,051	23,168,823	21,083,836	23,746,588	7,376,314
2061	30,589,394	25,108,017	30,589,394	30,589,394	22,367,328	18,000,330	20,327,106	23,344,006	21,259,621	23,921,603	7,267,565
2062	31,239,296	25,551,470	31,239,296	31,239,296	22,707,558	18,198,561	20,505,838	23,521,866	21,438,084	24,099,297	7,160,418
2063	31,901,853	26,002,593	31,901,853	31,901,853	23,052,962	18,399,712	20,687,288	23,702,444	21,619,264	24,279,708	7,054,852
2064	32,577,298	26,461,514	32,577,298	32,577,298	23,403,621	18,603,825	20,871,495	23,885,780	21,803,202	24,462,877	6,950,842
2065	33,265,871	26,928,366	33,265,871	33,265,871	23,759,614	18,810,946	21,058,503	24,071,917	21,989,940	24,648,847	6,848,365
2066	33,967,813	27,403,285	33,967,813	33,967,813	24,121,022	19,021,119	21,248,351	24,260,895	22,179,520	24,837,658	6,747,399

**Anexo 7: Número de personas en FS, por escenario**

Years	Escenario si no se toman acciones	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	Escenario 10
2016	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
2017	724	724	609	724	724	724	724	724	724	724	609
2018	1,159	1,156	925	1,159	1,155	1,159	1,159	1,159	1,159	1,159	922
2019	1,664	1,656	1,308	1,634	1,653	1,657	1,664	1,664	1,664	1,664	1,266
2020	2,119	2,104	1,639	2,089	2,097	2,100	2,119	2,119	2,119	2,119	1,580
2021	2,584	2,560	1,978	2,554	2,548	2,546	2,584	2,584	2,584	2,584	1,894
2022	3,061	3,024	2,324	3,031	3,006	2,997	3,061	3,061	3,061	3,061	2,208
2023	3,608	3,556	2,739	3,548	3,530	3,511	3,608	3,608	3,608	3,608	2,553
2024	4,107	4,037	3,102	4,047	4,002	3,970	4,107	4,107	4,107	4,107	2,868
2025	4,618	4,527	3,473	4,558	4,481	4,433	4,618	4,618	4,618	4,618	3,183
2026	5,140	5,025	3,853	5,080	4,967	4,901	5,140	5,140	5,140	5,140	3,498
2027	5,734	5,592	4,301	5,644	5,521	5,433	5,734	5,734	5,734	5,734	3,843
2028	6,280	6,108	4,698	6,190	6,022	5,909	6,280	6,280	6,280	6,280	4,159
2029	6,839	6,634	5,105	6,749	6,531	6,390	6,839	6,839	6,839	6,839	4,475
2030	7,411	7,169	5,521	7,321	7,048	6,875	7,410	7,411	7,410	7,411	4,790
2031	8,055	7,773	6,006	7,935	7,632	7,425	8,051	8,055	8,053	8,054	5,133
2032	8,653	8,327	6,441	8,533	8,164	7,920	8,641	8,653	8,647	8,650	5,442
2033	9,265	8,891	6,885	9,145	8,705	8,420	9,240	9,265	9,252	9,259	5,746
2034	9,890	9,466	7,340	9,770	9,254	8,924	9,846	9,890	9,868	9,879	6,046
2035	10,589	10,110	7,865	10,439	9,871	9,494	10,519	10,589	10,554	10,572	6,372
2036	11,242	10,705	8,340	11,092	10,436	10,008	11,138	11,242	11,190	11,218	6,663
2037	11,910	11,310	8,826	11,760	11,010	10,528	11,760	11,910	11,836	11,875	6,950
2038	12,594	11,927	9,323	12,444	11,593	11,052	12,388	12,591	12,490	12,544	7,232
2039	13,352	12,614	9,890	13,172	12,245	11,642	13,080	13,344	13,211	13,285	7,541
2040	14,066	13,252	10,410	13,886	12,845	12,177	13,716	14,050	13,880	13,978	7,815
2041	14,795	13,902	10,940	14,615	13,455	12,718	14,358	14,769	14,556	14,682	8,085
2042	15,541	14,563	11,483	15,361	14,074	13,264	15,004	15,498	15,237	15,398	8,352

Years	Escenario si no se toman acciones	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	Escenario 10
2043	16,363	15,296	12,097	16,153	14,763	13,876	15,715	16,299	15,984	16,185	8,644
2044	17,143	15,982	12,664	16,933	15,401	14,433	16,372	17,050	16,675	16,923	8,903
2045	17,939	16,679	13,243	17,729	16,049	14,996	17,033	17,811	17,372	17,671	9,157
2046	18,752	17,388	13,835	18,542	16,706	15,565	17,700	18,581	18,073	18,431	9,408
2047	19,644	18,171	14,499	19,404	17,434	16,199	18,431	19,419	18,840	19,261	9,685
2048	20,494	18,906	15,117	20,254	18,112	16,780	19,109	20,206	19,553	20,041	9,929
2049	21,362	19,654	15,749	21,122	18,800	17,366	19,791	21,001	20,270	20,831	10,169
2050	22,249	20,416	16,394	22,009	19,499	17,959	20,479	21,802	20,993	21,630	10,406
2051	23,216	21,250	17,113	22,946	20,268	18,618	21,233	22,669	21,782	22,500	10,669
2052	24,142	22,039	17,787	23,872	20,988	19,224	21,932	23,481	22,516	23,319	10,898
2053	25,088	22,842	18,475	24,818	21,719	19,835	22,637	24,299	23,256	24,146	11,124
2054	26,054	23,659	19,178	25,784	22,461	20,453	23,348	25,124	24,002	24,983	11,347
2055	27,102	24,550	19,956	26,802	23,274	21,138	24,125	26,014	24,814	25,888	11,597
2056	28,110	25,396	20,689	27,810	24,039	21,770	24,848	26,850	25,572	26,741	11,813
2057	29,141	26,257	21,439	28,841	24,816	22,408	25,577	27,692	26,336	27,602	12,026
2058	30,193	27,134	22,204	29,893	25,604	23,053	26,312	28,540	27,106	28,471	12,236
2059	31,328	28,085	23,046	30,998	26,464	23,766	27,114	29,454	27,942	29,407	12,473
2060	32,426	28,993	23,844	32,096	27,277	24,425	27,862	30,315	28,725	30,289	12,677
2061	33,547	29,917	24,660	33,217	28,101	25,092	28,616	31,183	29,515	31,178	12,878
2062	34,692	30,857	25,493	34,362	28,939	25,765	29,377	32,057	30,310	32,074	13,075
2063	35,922	31,873	26,403	35,562	29,849	26,507	30,205	32,997	31,173	33,036	13,300
2064	37,116	32,847	27,272	36,756	30,712	27,195	30,979	33,884	31,982	33,945	13,492
2065	38,336	33,837	28,159	37,976	31,588	27,892	31,760	34,779	32,799	34,861	13,682
2066	39,581	34,845	29,064	39,221	32,477	28,596	32,549	35,680	33,622	35,783	13,868

**Anexo 8: Frecuencia de Fallas, por escenario**

<b>Years</b>	<b>Escenario si no se toman acciones</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>	<b>Escenario 4</b>	<b>Escenario 5</b>	<b>Escenario 6</b>	<b>Escenario 7</b>	<b>Escenario 8</b>	<b>Escenario 9</b>	<b>Escenario 10</b>
<b>2016</b>	0.079608	0.051608	0.079608	0.079608	0.051608	0.079608	0.079608	0.079608	0.079608	0.079608	0.051608
<b>2017</b>	0.083537	0.055537	0.082466	0.083537	0.055537	0.083537	0.083537	0.083537	0.083537	0.083537	0.054466
<b>2018</b>	0.087560	0.059539	0.085392	0.087560	0.059528	0.087560	0.087560	0.087560	0.087560	0.087560	0.057368
<b>2019</b>	0.092233	0.064167	0.088942	0.091956	0.064134	0.092175	0.092233	0.092233	0.092233	0.092233	0.060550
<b>2020</b>	0.096447	0.068313	0.092006	0.096169	0.068247	0.096271	0.096447	0.096447	0.096447	0.096447	0.063456
<b>2021</b>	0.100759	0.072534	0.095142	0.100481	0.072422	0.100405	0.100759	0.100759	0.100759	0.100759	0.066365
<b>2022</b>	0.105172	0.076831	0.098351	0.104894	0.076660	0.104576	0.105172	0.105172	0.105172	0.105172	0.069275
<b>2023</b>	0.110242	0.081760	0.102190	0.109687	0.081519	0.109341	0.110242	0.110242	0.110242	0.110242	0.072466
<b>2024</b>	0.114861	0.086212	0.105550	0.114306	0.085888	0.113590	0.114861	0.114861	0.114861	0.114861	0.075381
<b>2025</b>	0.119587	0.090744	0.108987	0.119032	0.090323	0.117878	0.119587	0.119587	0.119587	0.119587	0.078299
<b>2026</b>	0.124422	0.095357	0.112503	0.123867	0.094825	0.122207	0.124422	0.124422	0.124422	0.124422	0.081218
<b>2027</b>	0.129923	0.100609	0.116656	0.129090	0.099952	0.127131	0.129923	0.129923	0.129923	0.129923	0.084418
<b>2028</b>	0.134982	0.105389	0.120335	0.134149	0.104592	0.131542	0.134982	0.134982	0.134982	0.134982	0.087342
<b>2029</b>	0.140157	0.110254	0.124098	0.139323	0.109303	0.135994	0.140157	0.140157	0.140157	0.140157	0.090268
<b>2030</b>	0.145449	0.115207	0.127947	0.144616	0.114086	0.140489	0.145438	0.145449	0.145444	0.145446	0.093185
<b>2031</b>	0.151417	0.120804	0.132439	0.150306	0.119497	0.145583	0.151372	0.151417	0.151395	0.151407	0.096358
<b>2032</b>	0.156952	0.125935	0.136465	0.155841	0.124426	0.150164	0.156839	0.156952	0.156896	0.156926	0.099218
<b>2033</b>	0.162613	0.131158	0.140581	0.161502	0.129431	0.154791	0.162386	0.162613	0.162500	0.162559	0.102037
<b>2034</b>	0.168401	0.136474	0.144791	0.167290	0.134511	0.159462	0.168001	0.168401	0.168202	0.168307	0.104814
<b>2035</b>	0.174875	0.142441	0.149650	0.173486	0.140224	0.164734	0.174232	0.174875	0.174555	0.174723	0.107828
<b>2036</b>	0.180926	0.147949	0.154051	0.179537	0.145460	0.169498	0.179956	0.180926	0.180444	0.180698	0.110523
<b>2037</b>	0.187112	0.153555	0.158550	0.185723	0.150776	0.174308	0.185722	0.187105	0.186419	0.186784	0.113179
<b>2038</b>	0.193437	0.159261	0.163150	0.192048	0.156173	0.179166	0.191530	0.193409	0.192474	0.192981	0.115796
<b>2039</b>	0.200458	0.165624	0.168408	0.198792	0.162207	0.184628	0.197937	0.200388	0.199158	0.199843	0.118652
<b>2040</b>	0.207068	0.171535	0.173215	0.205401	0.167769	0.189584	0.203832	0.206927	0.205353	0.206258	0.121192
<b>2041</b>	0.213824	0.177552	0.178129	0.212157	0.173416	0.194590	0.209772	0.213577	0.211609	0.212779	0.123695
<b>2042</b>	0.220730	0.183676	0.183151	0.219063	0.179149	0.199646	0.215757	0.220332	0.217918	0.219405	0.126161
<b>2043</b>	0.228343	0.190464	0.188840	0.226399	0.185524	0.205309	0.222343	0.227745	0.224829	0.226691	0.128868
<b>2044</b>	0.235557	0.196807	0.194086	0.233613	0.191432	0.210469	0.228420	0.234699	0.231231	0.233523	0.131261

Years	Escenario si no se toman acciones	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	Escenario 10
2045	0.242930	0.203264	0.199448	0.240985	0.197431	0.215681	0.234544	0.241743	0.237680	0.240455	0.133620
2046	0.250464	0.209835	0.204928	0.248520	0.203520	0.220947	0.240716	0.248874	0.244177	0.247485	0.135943
2047	0.258719	0.217078	0.211083	0.256497	0.210258	0.226823	0.247492	0.256640	0.251278	0.255168	0.138510
2048	0.266587	0.223885	0.216805	0.264365	0.216534	0.232199	0.253762	0.263926	0.257872	0.262391	0.140766
2049	0.274626	0.230812	0.222652	0.272404	0.222905	0.237631	0.260082	0.271280	0.264517	0.269706	0.142988
2050	0.282841	0.237863	0.228626	0.280618	0.229374	0.243119	0.266453	0.278696	0.271212	0.277112	0.145178
2051	0.291789	0.245594	0.235285	0.289289	0.236496	0.249221	0.273432	0.286724	0.278515	0.285162	0.147613
2052	0.300364	0.252897	0.241521	0.297864	0.243163	0.254826	0.279907	0.294248	0.285314	0.292743	0.149738
2053	0.309124	0.260329	0.247892	0.306624	0.249931	0.260490	0.286436	0.301825	0.292167	0.300407	0.151833
2054	0.318074	0.267893	0.254401	0.315574	0.256802	0.266214	0.293018	0.309456	0.299074	0.308153	0.153896
2055	0.327772	0.276146	0.261606	0.324994	0.264333	0.272555	0.300211	0.317696	0.306591	0.316533	0.156206
2056	0.337111	0.283980	0.268398	0.334333	0.271415	0.278403	0.306904	0.325437	0.313608	0.324434	0.158209
2057	0.346651	0.291953	0.275336	0.343873	0.278605	0.284313	0.313654	0.333234	0.320681	0.332407	0.160183
2058	0.356395	0.300067	0.282423	0.353617	0.285903	0.290288	0.320462	0.341089	0.327812	0.340449	0.162127
2059	0.366904	0.308880	0.290217	0.363848	0.293869	0.296883	0.327883	0.349556	0.335557	0.349114	0.164320
2060	0.377069	0.317284	0.297610	0.374014	0.301391	0.302988	0.334808	0.357528	0.342805	0.357285	0.166208
2061	0.387451	0.325836	0.305161	0.384396	0.309028	0.309159	0.341792	0.365559	0.350113	0.365516	0.168067
2062	0.398054	0.334539	0.312872	0.394999	0.316782	0.315399	0.348838	0.373650	0.357482	0.373808	0.169899
2063	0.409438	0.343952	0.321303	0.406105	0.325208	0.322262	0.356502	0.382359	0.365469	0.382717	0.171982
2064	0.420496	0.352965	0.329345	0.417163	0.333199	0.328640	0.363673	0.390575	0.372963	0.391133	0.173761
2065	0.431789	0.362137	0.337558	0.428455	0.341311	0.335089	0.370907	0.398855	0.380520	0.399613	0.175513
2066	0.443320	0.371471	0.345944	0.439986	0.349547	0.341609	0.378207	0.407199	0.388143	0.408157	0.177239